Cadernos de Ibero-América

Os estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (habitualmente identificados pelo acrônimo CTS) apresentam-se como uma análise crítica e interdisciplinar da Ciência e da Tecnologia num contexto social, com o objetivo de compreender os aspectos gerais do fenômeno científico-tecnológico.

Hoje, as questões relativas à Ciência e à Tecnologia e suas importâncias na definição das condições da vida humana, extrapolam o âmbito acadêmico para se converterem em centros de atenção e de interesse do conjunto da sociedade.

Ciência, Tecnologia e Sociedade configuram uma tríade mais complexa que uma simples série sucessiva, e sua combinação obriga a analisar suas relações recíprocas com mais atenção do que implicaria a ingênua aplicação da clássica relação linear entre elas.

Os capítulos deste livro pretendem uma elucidação que permita a aproximação crítica e plural das relações entre esses três conceitos. Optou-se por fazer um tratamento substantivo de cada um deles, tentando responder sucessivamente à pergunta por sua definição nos três primeiros capítulos *(o que é a Ciência?, o que é a Tecnologia?, o que é a Sociedade?)*. De algum modo, em tais capítulos realizam-se análises separadas dos fios que vão tecendo a estrutura das relações CTS, que serão abordadas diretamente no quarto *(o que é Ciência, Tecnologia e Sociedade?)*. Nele estabelecem-se questões relativas à interação entre esses conceitos suscitados nos anteriores, ao mesmo tempo em que se oferece um panorama geral sobre o significado e sobre os temas próprios da chamada perspectiva CTS.

OEI
Organização dos Estados Ibero-americanos
Para a Educação, a Ciência e a Cultura

ISBN 84-7666-157-6

Cadernos de Ibero-América
Introdução aos estudos CTS
Walter A. Bazzo
Irlan von Linsingen
Luiz Teixeira do Vale Pereira (Eds.)

OEI

Cadernos de Ibero-América

Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Walter A. Bazzo
Irlan von Linsingen
Luiz Teixeira do Vale Pereira
(Eds.)

OEI
Organização dos Estados Ibero-americanos
Para a Educação, a Ciência e a Cultura

Cadernos
de Ibero-América

Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Walter A. Bazzo (ed.)
Eduardo Marino García Palacios
Juan Carlos González Galbarte
Irlan von Linsingen (ed.)
José Antonio López Cerezo
José Luis Luján
Mariano Martín Gordillo
Carlos Osorio
Luiz Teixeira do Vale Pereira (ed.)
Célida Valdés

Organização
dos Estados
Ibero-americanos

Para a Educação,
a Ciência
e a Cultura

CIÊNCIA
TECNOLOGIA
SOCIEDADE +
INOVAÇÃO
Área de
Cooperação
Científica

Cadernos de Ibero-América

Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Organização dos Estados Ibero-americanos

Para a Educação, a Ciência e a Cultura

OEI
Organização
dos Estados
Ibero-americanos

Para a Educação,
a Ciência
e a Cultura

Secretário Geral
Francisco Piñón

Secretária Geral Adjunta
María del Rosario Fernández Santamaría

Diretor Geral da Programação
Hugo Camacho

Secretário Técnico da Comissão
Permanente de Planificação
Carlos H. Gómez

Coordenador do Programa
«Ciência, Tecnologia, Sociedade e Inovação»
Juan Carlos Toscano

Bravo Murillo, 38
28015 Madri, Espanha

Correio eletrônico: oeimad@oei.es
http://www.oei.es/

Revisão
Yassodára Machado

Desenho
Bravo Lofish

Imprime
FotoJAE, S. A.
Enrique Simonis, 13
28045 Madrid

ISBN: 84-7666-157-6
Depósito Legal: M-23791-2003

Este livro foi impresso em papel fabricado
com celulose livre de cloro (Totally Chlorine-Free)

Cadernos de Ibero-América

Sumário

Prefácio

Dentre os países ibero-americanos somente Brasil e Portugal falam o idioma português. Se esta é uma diferença que ajuda a assinalar uma identidade, por outro lado ela também dificulta o livre trânsito de informações e de saberes entre todas estas nações. Alguns dos demais países deste bloco são pródigos em publicações em várias áreas, notadamente naquelas que evidenciam uma certa tentativa de humanização das técnicas. Perdem, com isso, Brasil e Portugal, além de diversas outras nações que conosco comungam a mesma língua. Isto porque as necessárias traduções dificultam, quando não obstaculizam, a leitura que poderá abrir espaço para reflexões sobre temas que de outra forma adormecem nos escaninhos da história.

Os estudos CTS, que já há muitos anos vêm ganhando forma nos EUA e em alguns países europeus, pouco a pouco vêm, em vários lugares, despertando interesse renovado, especialmente no Brasil. Apesar disso – ou talvez justamente pelo grau de novidade nele ainda presente –, pouca bibliografia específica – talvez efetivamente nenhuma – há no país neste novo campo de estudos.

A Organização dos Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI) tem sido atuante nesta área, na qual tem sistematicamente publicado textos que esclarecem, difundem, inovam, renovam e fazem avançar os estudos CTS. A idéia deste texto surge a partir da iniciativa de membros da própria OEI de ampliar um pouco a extensão dos frutos desse trabalho, até agora disponíveis em essência apenas para versados na língua espanhola. Com esta tradução dos originais – *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual* –, levada a cabo por três professores da UFSC, componentes do NEPET*, (<http://www.nepet.ufsc.br>), objetiva-se, portanto, levar também para o Brasil e para Portugal – e, é claro, para os demais interessados que tenham o português como

* Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica (NEPET), Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

língua materna, ou que a dominem –, algumas idéias acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, tão bem expostas no texto base. Ficam assim reunidos, num único livro em português, temas básicos de diversas origens disciplinares, de conexão complexa, e que buscam estabelecer relações com as questões CTS.

Juntamente com esta tradução – que é em algumas passagens mais livre –, este texto ainda traz algumas contribuições no que diz respeito à bibliografia, procurando listar o que existe de conteúdos – mesmo que não específicos na área – que possam ampliar e aprofundar os estudos CTS no idioma português. Alguns livros, artigos e *sites* inclusive podem já constar da bibliografia original em espanhol. Isto não será uma superposição porque o fato de também estar em português poderá auxiliar o entendimento dos assuntos pertinentes. Para que a fonte de consulta seja a mais ampla possível, mantivemos a bibliografia exatamente como na edição original espanhola, optando por colocar a de língua portuguesa – de acordo com as normas brasileiras da ABNT – num apêndice próprio para consulta.

O glossário, que serve de suporte para o entendimento de algumas passagens do texto por parte de leitor, não foi acrescido de nenhum novo termo, tendo sofrido apenas sua adaptação para o idioma português.

Ao longo do texto, é importante que se saliente, pela mudança de significado que alguma expressão possa sofrer, resolvemos adaptar alguns termos de modo que o entendimento ficasse compatível com o contexto do leitor. Em função disso, algumas explicações e dados adicionais foram introduzidos de acordo com a realidade brasileira, já que os exemplos citados ao longo do texto base quase sempre se referiam a países da Europa ou aos EUA.

Com todas estas adaptações – que não alteram em nenhum momento o teor do texto –, esperamos estar oferecendo um material importante no idioma português para o entendimento e a disseminação deste campo de conhecimento – CTS –, que julgamos ser fundamental para proporcionar uma mudança de postura na educação para a cidadania.

As inevitáveis falhas e as opções conscientes por modos de tradução que possam gerar algum desconforto ou discordância por parte de especialistas em algum assunto específico aqui tratado devem ser debitadas na conta dos tradutores.

Desejamos a todos uma boa leitura, ao mesmo tempo em que incitamos às reflexões acerca de assunto tão premente no mundo atual, quanto o são as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Irlan von Linsingen
Luiz Teixeira do Vale Pereira
Walter Antonio Bazzo

Apresentação

Poucos conceitos evocam com tanta clareza as incertezas da condição humana nesta mudança de milênio quanto os de ciência, tecnologia e sociedade. A produção de conhecimentos teve nas últimas décadas uma aceleração de tal magnitude que, para caracterizar a ciência, é menos significativa sua longa trajetória de séculos que o lugar privilegiado que ocupa no presente e as incertezas que suscita ao se pensar no futuro. Por sua vez, a tecnologia tem sido sempre elemento definidor do ser humano, inclusive muito mais que o próprio conhecimento científico, ao identificar-se o surgimento do técnico com a própria origem do humano. No entanto, nesta mudança de século, a prevalência da tecnologia na definição das condições da vida humana parece ter alcançado a essência ilimitada que Ortega y Gasset prognosticava em sua célebre *Meditação da técnica.* Desta forma, o próprio conceito de sociedade só pode ser adequadamente definido quando se o contextualiza no marco das mudanças tecnocientíficas do presente. Fenômenos como globalização, nova economia, sociedade de risco e a própria relação da humanidade com o entorno natural só se entendem quando forem postos em relação com as atuais condições do processo tecnocientífico e com os marcos de poderes, interesses e valores em que se desenvolvem.

Por isso os estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade – habitualmente identificados pelo acrônimo CTS –, não são só relevantes desde os âmbitos acadêmicos em que tradicionalmente se desenvolveram as investigações históricas ou filosóficas sobre a ciência e a tecnologia. Ao colocar o processo tecnocientífico no contexto social e defender a necessidade da participação democrática na orientação do seu desenvolvimento, os estudos CTS adquirem uma relevância pública de primeira magnitude. Hoje, as questões relativas à ciência e à tecnologia e sua importância na definição das condições da vida humana extravasam o âmbito acadêmico para converter-se em centro de atenção e interesse do conjunto da sociedade.

Notícias espetaculares relacionadas com as biotecnologias ou as tecnologias da comunicação suscitam o interesse público e abrem debates sociais

que ultrapassam a compreensão tradicional acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Antes a ciência era considerada como o modo de desentranhar os aspectos essenciais da realidade, de desvelar as leis que a governam em cada parcela do mundo natural ou do mundo social. Com o conhecimento dessas leis seria possível a transformação da realidade com o concurso dos procedimentos das tecnologias, que não seriam outra coisa senão ciências aplicadas à produção de artefatos. Nessa consideração clássica, a ciência e a tecnologia estariam afastadas de interesses, opiniões ou valores sociais, deixando seus resultados a serviço da sociedade para que esta decidisse o que fazer com eles. Salvo interferências alheias, a ciência e a tecnologia promoveriam, portanto, o bem-estar social ao desenvolver os instrumentos cognoscitivos e práticos para propiciar uma vida humana sempre melhor. Não obstante, hoje sabemos que esta consideração linear acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade é excessivamente ingênua. As fronteiras precisas entre estes três conceitos se dissipam à medida que elas são analisadas com detalhes e contextualizadas no presente.

Ciência, tecnologia e sociedade configuram uma tríade conceitual mais complexa do que uma simples série sucessiva. Em primeiro lugar, o rompimento entre conhecimentos científicos e artefatos tecnológicos não é muito adequado, já que na própria configuração daqueles é necessário contar com estes. O conhecimento científico da realidade e sua transformação tecnológica não são processos independentes e sucessivos, senão que se encontram entrelaçados em uma trama em que constantemente se conjuntam teorias e dados empíricos com procedimentos técnicos e artefatos. Entretanto, por outro lado, o tecido tecnocientífico não existe à margem do próprio contexto social em que os conhecimentos e os artefatos resultam relevantes e adquirem valor. A trama tecnocientífica se desenvolve prendendo-se na urdidura de uma sociedade em que ciência e tecnologia desempenham um papel decisivo em sua própria configuração. Portanto, o entrelaçamento entre ciência, tecnologia e sociedade obriga a analisar suas relações recíprocas com mais atenção do que implicaria a ingênua aplicação da clássica relação linear entre elas.

Os capítulos deste livro pretendem elucidar os conceitos que permitem uma aproximação crítica e plural das relações entre estes três conceitos. Optou-se por fazer um tratamento substantivo de cada um deles, tentando responder sucessivamente às perguntas formuladas nos três primeiros capítulos *(O que é a ciência?, O que é a tecnologia?, O que é a sociedade?)*. Apesar de se ter optado por manter uma apresentação separada e numa ordem clássica de cada um destes três conceitos, ao longo dos capítulos correspondentes vão-se colocando suas relações recíprocas. De algum modo, em cada um dos três primeiros capítulos são realizadas análises separadas dos fios que vão tecendo as entrelaçadas relações CTS, que serão abordadas diretamente no quarto capítulo *(O que é ciência, tecnologia e sociedade?)*. Nele se desenham estas questões relativas à

interação entre estes três conceitos que foram sendo suscitados nos anteriores, até o ponto em que se oferece um panorama geral sobre o significado e os temas próprios das chamadas perspectivas CTS.

Nas páginas que se seguem pretende-se abordar uma visão geral sobre o estado da questão em relação com os três conceitos que dão o título a esta obra. No entanto, o tratamento de cada um de tais conceitos não pretende reduzir-se a uma introdução filosófica ou histórica da ciência ou da tecnologia ou aos tópicos da sociologia. O critério de seleção dos temas tratados em cada um dos três primeiros capítulos é o da sua relevância para uma adequada compreensão das relações recíprocas entre estes três conceitos. São, portanto, três abordagens sucessivas acerca da ciência, da tecnologia e da sociedade desde a perspectiva dos próprios estudos CTS, adotando o enfoque crítico e interdisciplinar. Entre os aspectos mais relevantes que aparecem reiteradamente nos quatro capítulos está a dimensão educativa das questões tecnocientíficas. A importância de uma alfabetização tecnocientífica como condição necessária para tornar possível a participação pública nestes temas aparece em diversos lugares. De certo modo, a educação para a cidadania seria o suporte imprescindível para tornar possível a democratização das decisões socialmente relevantes em relação ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Esta relevância da dimensão educativa está presente também na própria organização de cada capítulo, onde se combinam o desenvolvimento do texto principal com outros que ampliam as possibilidades de estudos, ao se introduzir uma seleção de leituras complementares. Também se inclui ao final do livro um breve glossário. Pretende-se, assim, ampliar a utilidade deste texto para os diversos públicos que possam ter interesse nestes temas e, mais especificamente, para o professorado que possa e queira participar nos processos de alfabetização tecnocientífica visando à cidadania, à capacitação para uma participação democrática nas questões de desenvolvimento e de controle público da ciência e tecnologia. Com esta finalidade, a OEI tem empreendido a preparação de diversos materiais de fundamentação teórica e desenvolvimento didático para a educação em CTS. Tais materiais formam parte de um curso virtual sobre CTS para cuja documentação será também utilizada esta publicação.

Promover a cooperação ibero-americana no âmbito da educação CTS é um propósito próprio da programação de atividades da OEI, dentro da qual se insere este livro. O desejo de contribuir de algum modo para tal propósito é o que tem animado seus autores, desejo que esperam compartilhar com os leitores.

1 O que é a Ciência?

1.1 Introdução

É difícil dimensionar a importância da ciência no mundo atual, porque, para muitas pessoas, a ciência é algo ainda distante e um tanto difuso. Num processo de distanciamento reflexivo de seu lugar na civilização humana uma grande parcela da sociedade só consegue, ainda, relacioná-la a desenvolvimentos científicos notáveis ou mesmo a nomes de cientistas destacados.

A percepção pública da ciência e da tecnologia é, além de tudo, um pouco ambígua. A proliferação de mensagens do tipo otimista ou catastrofista em torno do papel desses saberes, nas sociedades contemporâneas, tem levado a que muitas pessoas não tenham uma idéia muito clara do que é a ciência e qual o seu papel na sociedade. A isto se soma um estilo de política pública sobre ciência incapaz de motivar uma participação que contribua para o debate aberto acerca desses assuntos e, em geral, para favorecer sua apropriação por parte das comunidades.

Com o objetivo de tentar minimizar um pouco tais distorções, na seqüência serão estabelecidas algumas considerações que podem possibilitar identificar a ciência, em especial com relação àquilo que as contribuições da investigação filosófica, histórica e sociológica sobre a ciência ressaltam como significativo com relação a um conjunto de aspectos vinculados com o método científico, o processo do desenvolvimento e mudanças da ciência, a articulação entre a experimentação, observação e teoria.

Cabe assinalar que a escolha dos temas aqui abordados de forma alguma pretende definir a ciência ou oferecer uma revisão exaustiva acerca do modo como inúmeros pensadores têm se referido à ela. Prefere-se limitar as aná-

lises àqueles aspectos que tornem possível uma compreensão social do conhecimento científico contemporâneo e, de maneira especial, sua articulação com o plano educativo através da concepção CTS.

1.2 Concepção herdada da ciência

O vocábulo «ciência» deriva do latim «scientia», substantivo etimologicamente equivalente a «saber», «conhecimento». No entanto, existem saberes que ninguém qualificaria como científico, o que nos permite perguntar: O que diferencia a ciência do resto dos saberes e em geral da cultura? Quais são suas características distintivas? Por que se pode dizer que a ciência, perante todo tipo de saber que se produz, regula, comunica, aprende-se de uma forma tal que se diferencia dos demais saberes e formas de conhecimento?

> De onde provém a ciência? Estas são questões que diferentes historiadores e cientistas têm enfrentado. Na maioria dos casos, a Grécia é considerada o berço da ciência pura e da demonstração. Mas muitos saberes científicos parecem ter tido uma origem mais plural, tal como ocorre com a astronomia, a medicina e a matemática. Em particular a matemática pode nos dar uma idéia importante do caráter social e múltiplo da origem do conhecimento científico. Segundo Ritter (1989), não há nenhuma necessidade interna na maneira como se resolve um determinado problema de matemática. As técnicas de resolução estão ligadas à cultura onde nascem, e culturas diferentes resolverão o mesmo problema por caminhos diversos, ainda que os resultados finais possam ser, em geral, similares. Esta diversidade de origens coincide com a análise histórica da construção de tábuas de cálculo matemático no Egito e na Mesopotâmia.

De acordo com a concepção tradicional ou «concepção herdada» da ciência, esta é vista como um empreendimento autônomo, objetivo, neutro e baseado na aplicação de um código de racionalidade alheio de qualquer tipo de interferência externa. Segundo esta concepção, a ferramenta intelectual responsável por produtos científicos, como a genética de populações ou a teoria cinética dos gases, é o chamado «método científico». Este consistiria de um algoritmo ou procedimento regulamentado para avaliar a aceitabilidade de enunciados gerais baseados no seu apoio empírico e, adicionalmente, na sua consistência com a teoria da qual devem formar parte. Uma qualificação particular da equação «lógica + experiência» deveria proporcionar a estrutura final do «método científico», respaldando uma forma de conhecimento objetivo só restringido por algumas virtudes cognitivas que lhe garantissem coerência, continuidade e uma particular credibilidade no mundo da experiência.

O desenvolvimento científico é concebido deste modo como um processo regulado por um rígido código de racionalidade autônomo em relação a condicionantes externos (sociais, políticos, psicológicos...). Em situações de incertezas, por exemplo, diante da alternativa de dois desenvolvimentos teóricos igualmente aceitáveis em um dado momento (baseado na evidência empírica), tal autonomia era preservada, apelando-se para algum critério metacientífico igualmente objetivo. Virtudes cognitivas quase sempre invocadas em tais casos são as da simplicidade, do poder preditivo, da fertilidade teórica e do poder explicativo.

Dentro da tradição do empirismo clássico, casos de Francis Bacon e John Stuart Mill, o método científico era entendido basicamente como um método indutivo para o descobrimento de leis e fenômenos. Tratava-se, portanto, de um procedimento ou algoritmo para a indução genética, quer dizer, de um conjunto de regras que ordenavam o processo de inferência indutiva e legitimavam seus resultados. O método permitiria, assim, construir enunciados gerais hipotéticos acerca dessa evidência empírica, a partir de um conjunto limitado de evidências empíricas constituídas por enunciados particulares de observação.

> Bacon é considerado a figura capital do Renascimento na Inglaterra. Foi um pensador que se opôs conscientemente ao aristotelismo, e não esteve a favor do platonismo ou da teosofia, mas em nome do progresso científico e técnico a serviço do homem. O valor e a justificação do conhecimento, segundo Bacon, consistem sobretudo de sua aplicação e utilidade prática; sua verdadeira função é estender o domínio da raça humana, o reinado do homem sobre a natureza. No *Novum Organum*, Bacon chama a atenção para os efeitos práticos da invenção da imprensa, da pólvora e da bússola, que «mudaram a face das coisas e o estado do mundo; a primeira, na literatura, a segunda, na guerra, e, a terceira, na navegação». Bacon adivinhou de um modo notável o progresso técnico que se aproximava, um progresso que ele confiava que havia de servir ao homem e à cultura humana (Copleston, 1971).

Um argumento que contrapõe esta noção de ciência, que se apóia num método de caráter indutivo, será ocasionado pela própria história da ciência. Em princípio, a história mostra que numerosas idéias científicas surgem por múltiplas causas, algumas delas vinculadas à inspiração, à sorte sob contextos internos das teorias, aos condicionamentos socioeconômicos de uma sociedade, sem que seja seguido, em todos os casos, um procedimento padrão ou regulamentado. Este primeiro rechaço ao empirismo clássico constitui a base do chamado «giro lógico» (uma expressão de T. Nickles) que se produziu durante o século XX. Com tal giro, impulsionado por autores como J. Herschel e W. S. Jevons, o método

científico passa a ser entendido como um procedimento de justificação *post hoc* e não de gênese ou descobrimento. Este procedimento de justificação consiste em aplicar o método hipotético-dedutivo (H-D) para o desenvolvimento da ciência, onde o apoio da experiência às hipóteses gerais continua sendo de caráter indutivo, porém se trata de uma indução *ex post* ou indução confirmatória. Em outras palavras, o método consistiria de um apoio que as hipóteses recebem de maneira indireta a partir da constatação da experiência baseada nas implicações contrastantes que derivam dedutivamente dessas hipóteses.

Com esse novo esquema de método científico, mais de acordo com a história da ciência, são originados ao longo do século XX diversos critérios de aceitabilidade de idéias em ciência, apresentados habitualmente como «critérios de cientificidade». Estes critérios tratam em geral de operacionalizar o método H-D, fazendo deste não só um instrumento de demarcação para a ciência, mas também uma ferramenta para o trabalho histórico que leva à reconstrução da razão científica. Entre tais critérios destaca-se o de verificabilidade de enunciados, defendido nos primeiros tempos do Empirismo Lógico ou Positivismo Lógico, e posteriormente o da chamada exigência da confirmabilidade crescente (p. ex. Carnap). Outro critério é o conhecido como falseabilidade de hipóteses ou teorias, proposto por Karl Popper, assim como a extensão que dele faz Imri Lakatos em sua metodologia de programas de investigação.

> Para Popper, uma hipótese ou teoria só é científica se ela for falseável. Deste modo, empresta-se à falseabilidade o poder de avaliação crítica, substituindo o interesse filosófico tradicional centrado na confirmação pelo estatuto da corroboração, que não resulta da confirmação da acumulação de instâncias positivas de uma hipótese, mas sim do fato de ela ter sobrevivido com êxito a numerosas e diversas tentativas de se provar a sua falseabilidade (López Cerezo, Sanmartín e González, 1994).

Todos esses intentos de capturar em um método ou estratégia a característica da ciência compartilham, apesar de suas diferenças, um certo núcleo comum: identificar a ciência como uma combinação peculiar de raciocínio dedutivo e inferência dedutiva (lógica + experiência) auxiliadas quem sabe por virtudes cognitivas como a simplicidade, o poder explicativo ou o apoio teórico. É uma versão do casamento entre a matemática e o empirismo, ao que Bertrand Russell atribuía o nascimento da ciência moderna no Primeiro Congresso Internacional para a Unidade da Ciência, celebrado em Paris em 1935.

Quanto ao produto de aplicação desse método, o corpo de conhecimento científico, no Positivismo Lógico, era comum caracterizá-lo como um conjunto de teorias verdadeiras ou aproximadamente verdadeiras, como por exemplo a mecânica clássica de partículas, a teoria da seleção natural, a teoria cinética dos

gases, etc. Fala-se aqui de teorias como conjuntos de enunciados, onde os enunciados propriamente científicos podem pertencer a uma linguagem teórica ou a uma linguagem observacional, ou ainda constituir enunciados-ponte que, com termos pertencentes a ambos vocabulários, conectem os dois níveis lingüísticos. De outra parte, a estrutura geral das teorias científicas era entendida como um sistema axiomático, no qual existiria uma conexão dedutiva desde os enunciados mais gerais até os mais específicos. Mais ainda, a ciência mesma, com sua diversidade de disciplinas, era contemplada como um grande sistema axiomático cujos conceitos e postulados básicos eram os da física matemática. A chamada lógica de predicados de primeira ordem com identidade se supunha poder oferecer o instrumental requerido para formalizar tais sistemas, isto é, para fundamentá-los e proporcionar uma compreensão rigorosa dos mesmos. Finalmente, o desenvolvimento temporal deste corpo de conhecimento era visto como um avanço linear e cumulativo, como paradigma de progresso humano. Frente a tal situação, a reação antipositivista dos anos 60, com argumentos como o da infradeterminação ou o caráter teórico da observação, produziu o abandono deste lugar-comum sobre as teorias da filosofia da ciência.

Leituras complementares

CARNAP, R. (1963): *Autobiografía intelectual.* Barcelona, Paidós, 1992.

ECHEVERRÍA, J. (1999): *Introducción a la metodología de la ciencia: la filosofía de la ciencia en el siglo XX.* Madri, Cátedra.

GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A. e LUJÁN LÓPEZ, J. L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología.* Madri, Tecnos.

HANSON, N. R. (1958): *Patrones de descubrimiento.* Madri, Alianza, 1977.

LATOUR, B. (1987): *Ciencia en acción.* Barcelona, Labor, 1992.

NAGEL, E. (1961): *La estructura de la ciencia.* Barcelona, Paidós, 1981.

POPPER, K. (1935): *La lógica de la investigación científica.* Madri, Tecnos, 1962.

VILCHES, A. e FURIÓ, C.: «Ciencia, Tecnología y Sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI», <http://www.campus-oei.org/cts/ctseducacion.htm>.

A reação ao Positivismo Lógico

A reação antipositivista faz referência ao processo de rechaço dentro de um determinado âmbito acadêmico desta concepção positivista ou herdada da ciência. Tal reação tem seus pilares em uma série de críticas realizadas por alguns autores, entre os quais se encontram Thomas S. Kuhn, Paul Feyerabend, N. R. Hanson, S. Toulmin ou W. Quine. A reação antipositivista veio marcada pela

denúncia filosófica de uma série de problemas que tornavam realmente complicado manter os pressupostos racionalistas tradicionais. Vamos analisar brevemente alguns desses problemas.

- *A carga teórica da observação.* O que se vê depende tanto das impressões sensíveis como do conhecimento prévio, das expectativas, dos preconceitos e do estado interno geral do observador. Desse modo, toda a observação está carregada teoricamente. A discussão tradicional a respeito deste argumento está centrada nas conseqüências que podem ter seu reconhecimento sobre a questão da comparação interteórica, tanto nos contextos de dinâmica da ciência, onde teorias dadas são substituídas por outras incompatíveis, como em contextos de escolha entre teorias rivais incompatíveis. No primeiro caso, o argumento da carga teórica da observação ameaça o modelo cumulativo na dinâmica da ciência; no segundo, ameaça o papel causal da racionalidade na resolução das controvérsias científicas.

- *A infradeterminação.* O que o argumento da infradeterminação afirma é que, dada qualquer teoria ou hipótese proposta para explicar um determinado fenômeno, sempre é possível produzir um número indefinido de teorias ou hipóteses alternativas que sejam empiricamente equivalentes à primeira, mas que proponham explicações incompatíveis do fenômeno em questão. Há que destacar que o reconhecimento da carga teórica da observação pode reforçar o argumento da infradeterminação, pela relatividade do que contamos como «evidência empírica relevante» desde o ponto de vista das alternativas teóricas no contexto de escolha.

Como veremos mais adiante, a partir de Kuhn a filosofia toma consciência da importância da dimensão social e do enraizamento histórico da ciência, ao mesmo tempo que inaugura um estilo interdisciplinar que tende a dissolver as fronteiras clássicas entre especialidades acadêmicas.

No âmbito dos estudos sociais da ciência, autores como B. Barnes, H. Collins ou Bruno Latour têm utilizado a sociologia do conhecimento para apresentar uma visão geral da atividade científica como mais um processo social; um processo regulado basicamente por fatores de natureza não epistêmica, os quais teriam relação com pressões econômicas, expectativas profissionais ou interesses sociais específicos. O debate entre filósofos «essencialistas», aqueles que advogam um método baseado em condições internas do H-D para a ciência, e sociólogos «contextualistas», com uma ênfase nos fatores sociais ou instrumentais, continua aberto em nossos dias tanto em discussões teóricas gerais como em reconstruções de episódios particulares.

Dentro da própria filosofia tende-se recentemente a consolidar um maior interesse pelo contexto. Frente às tradicionais visões intelectualistas da ciência como saber ou como método, no atual estudo filosófico da ciência existe um crescente interesse pela análise desta como prática, como coleção de destrezas com um suporte instrumental e teórico.

Produz-se assim uma mudança de ênfase nos detalhes das práticas científicas particulares, ressaltando a heterogeneidade das culturas científicas em contraposição ao tradicional projeto reducionista do Positivismo Lógico. Deste modo, como afirma I. Hacking (em sua contribuição a Pickering, 1992), uma teoria científica madura do tipo referido anteriormente (a teoria cinética dos gases), consistiria num ajuste mútuo de diversos tipos de elementos (dados, equipe, teorias) até estabilizar-se em um «sistema simbiótico» de mútua interdependência. Visto que os aparatos e instrumentos desempenham um papel crucial nesta estabilização, e dado também o caráter díspar e contingente deste *matériel* (nos termos de Hacking, 1983), dificilmente pode-se propor um algoritmo que resuma isso que chamamos «fazer ciências».

N. Shaffer (1996) propõe falar de «heurística» científica mais do que de um critério unificado de ciência, entendendo por tal um conjunto heterogêneo de métodos subótimos para alcançar fins particulares sobre circunstâncias distantes de serem ideais, incluindo entre estas as limitações impostas pelo tempo ou pelo dinheiro, o conhecimento teórico assimilado, as técnicas experimentais, os instrumentos disponíveis, etc.

Leituras complementares

LATOUR, B.: «Dadme un laboratorio y levantaré el mundo», <http://www.campus-oei.org/cts/latour.htm>.

FULLER, S.: «La epistemología socializada», <http://www.campus-oei.org/cts/fuller.htm>.

HACKING, I. (1992): «La autojustificación de las ciencias de laboratorio», em AMBROGI, A. (ed.) (1999): *Filosofía de la ciencia: el giro naturalista.* Palma de Maiorca, Universidad de las Islas Baleares.

Possíveis visões deformadas acerca da ciência
(que incidem sobre os processos de ensino)

- *Visão empirista e ateórica.* Ressalta-se o papel da observação e da experimentação «neutras», não contaminadas por idéias, esquecendo o papel essencial das hipóteses; no entanto, a educação em geral é puramente livresca, sem trabalho experimental. A aprendizagem é uma questão de «descobrimento» ou se reduz à prática «dos processos», com omissão dos conteúdos.

- *Visão rígida.* Apresenta-se o «Método Científico» como um conjunto de etapas que se deve seguir mecanicamente. No ensino se ressalta o que se supõe ser um tratamento quantitativo, um controle rigoroso, etc., esquecendo – ou inclusive rechaçando – tudo o que implica invenção, criatividade, dúvida... No pólo oposto desta visão rígida e dogmática da ciência como descobridora da «verdade contida nos fatos», apresenta-se um relativismo extremo, tanto metodológico («tudo vale», não existem estratégias específicas no trabalho científico), como conceitual (não há uma realidade objetiva que permita contrastar a validade das construções científicas: a única base na qual se apóia o conhecimento é o consenso da comunidade de pesquisadores nesse campo).

- *Visão aproblemática e aistórica.* Transmitem-se conhecimentos já elaborados, sem mostrar quais foram os problemas que geraram sua construção, qual foi sua evolução, as dificuldades, etc., e menos ainda as limitações do conhecimento atual ou as perspectivas futuras.

- *Visão exclusivamente analítica.* Ressalta a necessária parcialização dos estudos, seu caráter simplificativo, e esquece os esforços posteriores de unificação e de construção de corpos coerentes de conhecimentos cada vez mais amplos, o tratamento de problemas de fronteira entre distintos domínios que podem chegar a unir-se, etc. Contra essa visão parcializada têm sido elaboradas propostas de educação integrada das ciências, que tomam a unidade da matéria como ponto de partida, esquecendo que o estabelecimento de tal unidade constitui uma conquista recente e nada fácil da ciência.

- *Visão acumulativa linear.* Os conhecimentos aparecem como frutos de um conhecimento linear, ignorando as crises, as remodelações profundas. Ignora-se, em particular, a descontinuidade radical entre o tratamento científico dos problemas e o pensamento ordinário.

- *Visão individualista.* Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, desconhecendo-se o papel do trabalho coletivo, dos intercâmbios entre equipes... Esta visão individualista se apresenta associada, algumas vezes, a concepções elitistas.

- *Visão «velada», elitista.* Apresenta-se o trabalho científico como um domínio reservado a minorias especialmente dotadas, transmitindo expectativas negativas para a maioria dos alunos, com claras discriminações de natureza social e sexual (a ciência é apresentada como uma atividade eminentemente «masculina»). Contribui-se para este elitismo escondendo a significação dos conhecimentos após o aparato matemático. Não são realizados esforços para tornar a ciência acessível (começando com tratamentos qualitativos, significativos), nem por mostrar seu caráter de construção humana, no que não faltam confusões nem erros, como os erros dos próprios alunos.

- *Visão de «sentido comum».* Os conhecimentos são apresentados como claros, óbvios, «de sentido comum» esquecendo-se que a construção científica parte, precisamente, do questionamento sistemático do óbvio.

- *Visão descontextualizada, socialmente neutra.* São esquecidas as complexas relações CTS e são proporcionadas imagens dos cientistas como se fossem seres «acima do bem e do mal», enclausurados em torres de marfim e distantes das necessárias tomadas de decisão. Como reação pode-se cair em uma visão excessivamente sociológica da ciência que dilui por completo sua especificidade (com base em Vilches; Furió, <http://www.campus-oei.org/cts/ctseducacion.htm>).

A dinâmica da ciência

A estrutura das revoluções científicas

Um dos autores que mais influenciou na superação do Positivismo Lógico foi Thomas S. Kuhn, em 1962, com a introdução de conceitos irredutivelmente sociais para explicar como muda a ciência, como é sua dinâmica e seu desenvolvimento. Kuhn argumentou que a resposta à pergunta sobre o que é a ciência viria de uma ajustada caracterização dos seus aspectos dinâmicos, de um estudo disciplinar da história da ciência real. Seus argumentos constituíram uma autêntica revolução na forma de abordar o problema.

Este autor considerou que a ciência tem períodos estáveis, ou melhor, sem alterações bruscas ou revoluções, períodos estes em que os cientistas se dedicam a resolver rotineiramente «quebra-cabeças» guiados por um paradigma teórico compartilhado. Porém, neste período, também se vão acumulando problemas de conhecimento que não são resolvidos, enigmas que ficam estacionados à espera de tempos melhores. Estes períodos estáveis pertencem a um tipo de ciência que Kuhn descreveu com o nome de «ciência normal», em contraposição à ciência que se apresenta quando sobrevém uma revolução científica.

A ciência normal se caracteriza assim porque uma comunidade científica reconhece um paradigma ou teoria, ou conjunto de teorias, que oferece soluções aos problemas teóricos e experimentais que se investigam neste momento. Durante o período da ciência normal as inovações são pouco freqüentes, já que o trabalho científico se concentra na aplicação do paradigma. A acumulação de problemas não resolvidos pode originar, contudo, um mal-estar que faz com que comecem a ser percebidas como anomalias dentro da lógica do paradigma, podendo chegar a fazer com que este entre em crise e se abra um período de ciência extraordinária onde tenha lugar uma revolução.

A ciência revolucionária se caracteriza pelo aparecimento de paradigmas alternativos, pela disputa entre as comunidades rivais e, eventualmente, pelo possível rechaço de partes significativas da comunidade científica em relação ao paradigma antes reconhecido. Isto significa que há uma mudança na produção dos problemas disponíveis, nas metáforas usadas e nos valores da comunidade, induzindo também uma mudança na imaginação científica. Com a consolidação de um novo paradigma inicia-se uma mudança na forma de ver os problemas que antes estavam sem solução. É como se o novo paradigma mudasse o mundo que havia sido descrito pela ciência, para ver com novos olhos os problemas do co-

nhecimento aos quais se referia tal ciência. Uma vez estabilizado o paradigma científico, a ciência tende a converter-se outra vez em ciência normal, para iniciar novamente o curso de acumulação de conhecimentos e de problemas que encerra o desenvolvimento do pensamento científico.

> Um dos elementos que permite reconhecer o caráter de mudança da ciência é o livro didático. Este se caracteriza por ser um objeto elaborado de acordo com regras variáveis no tempo e no espaço social. Nos manuais científicos utilizados hoje são relatadas as teorias aceitas e ilustradas suas aplicações (Kuhn, 1985).

A partir de Kuhn passa a ser a comunidade científica, e não a realidade empírica, o que marca os critérios para julgar e decidir sobre a aceitabilidade das teorias. Conceitos como «busca da verdade» e «método científico» passam então a ser substituídos por conceitos como «comunidade» e «tradição». A ciência normal, segundo este autor, é uma empresa coletiva de resolução de enigmas, e as teorias científicas são representações convencionais da realidade. As teorias são convencionais porém não arbitrárias, posto que, em sua construção, os cientistas põem em prática suas habilidades de percepção e inferência adquiridas nos processos formativos, que se convertem assim em um processo de socialização a partir do qual os cientistas se comprometem com sua comunidade e com o paradigma que impera em cada momento. Por outro lado, em períodos revolucionários, a ausência de elementos de juízo epistêmicos comuns a teorias rivais torna necessário o recurso da retórica, do poder, da negociação, etc., para recrutar os aliados necessários ao próprio paradigma potencial.

Uma das principais abordagens de Kuhn foi a de que a análise racionalista da ciência proposta pelo positivismo lógico é insuficiente, e que é necessário apelar para a dimensão social da ciência para explicar a produção, a manutenção e a mudança das teorias científicas. Portanto, a partir de Kuhn impõe-se a necessidade de um marco conceitual enriquecido e interdisciplinar para responder às questões traçadas tradicionalmente de um modo independente pela filosofia, pela história e pela sociologia da ciência. A obra de Kuhn dá lugar a uma tomada de consciência sobre a dimensão social e o enraizamento histórico da ciência, ao mesmo tempo em que inaugura o estilo interdisciplinar que tende a dissipar as fronteiras clássicas entre as especialidades acadêmicas, preparando o terreno para os estudos sociais da ciência.

Leituras complementares

KUHN, T. S. (1962/1970): *La estructura de las revoluciones científicas.* México, Fondo de Cultura Económica, 1985.

PÉREZ RANSANZ, A. R. (1999): *Kuhn y el cambio científico.* México, Fondo de Cultura Económica.

1.3.2 Orientações construtivistas

O ponto de partida do que se tem chamado a «tradição européia» nos estudos CTS se situa na Universidade de Edimburgo (Grã-Bretanha) nos anos 70 (ver o capítulo «O que é Ciência, Tecnologia e Sociedade?»). É aqui onde autores como Barry Barnes, David Bloor ou Steve Shapin formam um grupo de pesquisa («Escola de Edimburgo») para elaborar uma sociologia do conhecimento científico. Frente aos enfoques tradicionais em filosofia e sociologia da ciência, tratava-se de não contemplar a ciência como um tipo privilegiado de conhecimento fora do alcance das análises empíricas. Ao contrário, a ciência é apresentada como um processo social, e uma grande variedade de valores não epistêmicos (políticos, econômicos, ideológicos – em resumo, o «contexto social») se acentua na explicação da origem, da mudança e da legitimação das teorias científicas.

A declaração programática dessa «sociologia do conhecimento científico» teve lugar mediante o chamado «Programa Forte», enunciado por David Bloor em 1976/1992. Esse programa pretende estabelecer os princípios de uma explicação satisfatória (isto é, sociológica) da natureza e da mudança do conhecimento científico. Nesse sentido, não é um programa complementar com respeito a enfoques filosóficos tradicionais (por exemplo o positivismo lógico ou os enfoques popperianos), mas constitui um marco explicativo rival e incompatível.

> Os princípios do Programa Forte, de acordo com David Bloor (1976/1992), são os seguintes:
>
> 1. *Causalidade.* Uma explicação satisfatória de um episódio científico tem de ser causal, isto é, tem de centrar-se nas condições efetivas que produzem crença ou estados de conhecimento.
>
> 2. *Imparcialidade.* Tem de ser imparcial com respeito à verdade e à falseabilidade, à racionalidade e à irracionalidade, ao êxito ou ao fracasso. Ambos os lados destas dicotomias requerem explicação.
>
> 3. *Simetria.* Tem de ser simétrica em seu estilo de explicação. Os mesmos tipos de causa têm de explicar as crenças falsas e verdadeiras.
>
> 4. *Reflexividade.* Suas pautas explicativas devem aplicar-se à sociologia.

Bloor apresenta originalmente seu programa como uma ciência da ciência, como um estudo empírico da ciência. Afirma ele que somente desde a ciência, e particularmente desde a sociologia, é possível explicar adequadamente as peculiaridades do mundo científico. De fato, o êxito do Programa Forte significa

uma clara ameaça para a reflexão epistemológica tradicional (veja, por exemplo, as iradas reações de filósofos como Bunge, 1983, e, em geral, as chamadas «guerras da ciência», em Fuller, 1999).

Os esforços dos sociólogos do conhecimento científico foram encaminhados, então (desde a segunda metade da década de 1970), para pôr em prática o Programa Forte aplicando-lhe a reconstrução sociológica de numerosos episódios da história da ciência: o desenvolvimento da estatística, a inteligência artificial, a controvérsia Hobbes-Boyle, a investigação dos *quarks*, o registro das ondas gravitacionais, a origem da mecânica quântica, etc.

O programa teórico em sociologia do conhecimento científico, enunciado por Bloor, foi posteriormente desenvolvido por um programa mais concreto postulado por Harry Collins na Universidade de Bath nos princípios dos anos 1980: o EPOR (*Empirical Programme of Relativism* – Programa Empírico do Relativismo), centrado no estudo empírico de controvérsias científicas. A controvérsia na ciência reflete a flexibilidade interpretativa da realidade e dos problemas abordados pelos conhecimentos científicos, desvelando a importância dos processos de interação social na percepção e compreensão desta realidade ou na solução destes problemas. O EPOR constitui a melhor interpretação do enfoque no estudo da ciência denominado «construtivismo social».

O EPOR tem lugar em três etapas:

> Na primeira é mostrada a flexibilidade interpretativa dos resultados experimentais, ou seja, como as descobertas científicas são susceptíveis a mais de uma interpretação. Na segunda etapa, desvelam-se os mecanismos sociais, retóricos, institucionais, etc., que limitam a flexibilidade interpretativa e favorecem o fechamento das controvérsias científicas ao promover o consenso acerca do que é «a verdade» em cada caso particular. Por último, na terceira, tais «mecanismos de fechamento» das controvérsias científicas se relacionam como meios socioculturais políticos mais amplos.

No entanto, a sociologia do conhecimento científico desenvolvida em Edimburgo é só uma das direções de investigação dos estudos sociais. A partir dos finais dos anos 70, alguns investigadores argumentaram que o contexto social não tem nenhuma força explicativa e também nenhum poder causal; e que, contra as teses das escolas de Edimburgo, não é necessário sair da própria ciência para explicar a construção social de um fato científico estabelecido. Esses novos enfoques adotam uma perspectiva microssocial e têm como objetivo estudar a prática científica nos próprios lugares onde esta se realiza: os laboratórios. O contexto social se reduz, então, ao do laboratório.

Bruno Latour e Steve Woolgar, em sua obra *A vida no laboratório* (1979/1986), defendem que o estudioso da ciência se converta em um antropólogo, e, como tal, que entre no laboratório, como faria em uma tribo primitiva totalmente distante de sua realidade social, para descrever do modo mais puro possível a atividade que os cientistas e tecnólogos desenvolvem ali. Em conseqüência, o imperativo da investigação consiste em abrir a «caixa-preta» do conhecimento e descrever o que há lá dentro. As palavras de Latour e Woolgar constituem a melhor ilustração desta tese:

> Todas as manhãs os trabalhadores entram no laboratório levando seus almoços em sacos de papel marrom. Os técnicos começam imediatamente a preparar experimentos [...]. O pessoal do laboratório vai entrando na zona de escritórios [...]. Diz-se que todo o esforço investido no trabalho é guiado por um campo invisível, ou, melhor ainda, por um quebra-cabeça cuja natureza está decidida de antemão e que poderia ser resolvido hoje. Tanto os edifícios nos quais esta gente trabalha quanto suas carreiras profissionais estão protegidas pelo Instituto. Assim, por cortesia do Instituto Nacional de Saúde (National Institute of Health), chegam periodicamente cheques com dinheiro dos contribuintes para pagar faturas e salários. Conferências e congressos estão na mente de todos. A cada dez minutos, aproximadamente, há uma chamada telefônica para algum cientista de algum colega, um editor ou alguém da administração. Há conversações, discussões e enfrentamentos: «Por que não tentas deste modo?». Nos quadros-negros existem diagramas rabiscados. Grande quantidade de computadores vomitam massas de papel. Intermináveis listas de dados se acumulam junto com cópias de artigos de colegas (Latour e Woolgar, 1979/1986, p. 16).

Outros enfoques desenvolvidos dentro da tradição européia são, por exemplo, os estudos de reflexividade e a teoria da rede de atores. Estas linhas de trabalho têm sido orientadas pelo aprofundamento em um ou outro princípio do Programa Forte (o quarto e o terceiro, nos respectivos casos anteriores).

14 Novos enfoques sobre a ciência: transciência e ciência reguladora

Durante o século XX se produziu uma implicação crescente da ciência na formulação de políticas públicas. Esta nova função do conhecimento científico tem conduzido ao aparecimento de atividades científicas com características particulares. Diversos são os termos que se têm utilizado para nomear esta atividade: transciência, ciência reguladora, ciência pós-normal. Assim, por exemplo, quando

na atualidade alguma administração elabora uma determinada política social, utiliza o conhecimento científico produzido pela sociologia e pela economia. Mais tarde a avaliação de tal política se realiza utilizando também conhecimentos científicos. Pode-se afirmar de forma geral que praticamente não existe nenhuma área no âmbito das políticas públicas em que o conhecimento científico não seja relevante.

O conhecimento científico não é somente um dos fatores que influem na geração e substituição de tecnologia, é também um dos recursos com que contam as sociedades contemporâneas para controlar os efeitos não desejados do desenvolvimento tecnológico e reorientá-lo. A atividade científica completamente orientada a fornecer conhecimentos para assessorar na formulação de políticas é conhecida como «ciência reguladora». Uma parte do trabalho deste tipo de ciência está relacionada com a regulação da tecnologia. As análises de impacto ambiental, a avaliação de tecnologias, as análises de riscos, etc., são exemplos de ciência reguladora.

O estudo acadêmico da ciência raramente tem se ocupado da análise da ciência reguladora. Este tipo de atividade científica apresenta, no entanto, problemas filosóficos muito interessantes. A relevância dos compromissos metodológicos para o conteúdo das afirmações de conhecimento e a interação entre atividades epistêmicas e não-epistêmicas são dois exemplos.

Uma questão sumamente importante é a que tem a ver com a responsabilidade dos cientistas na hora de resolver conflitos que surgem a partir da interação entre ciência e sociedade. Geralmente, supõe-se que aqueles temas dos quais o conhecimento científico se utiliza para a resolução de problemas políticos (construir ou não um transporte supersônico, realizar ou não uma viagem à Lua) podem dividir-se claramente em dois âmbitos: o científico e o político. O primeiro trata de destacar quais são os fatos (por exemplo se é física e tecnicamente possível realizar a viagem até a Lua), o político deve assinalar que direção tem de tomar a sociedade (como pode ser a pertinência de subvencionar ou não tal projeto lunar).

Porém, esta forma de analisar o binômio ciência-sociedade é excessivamente simplista e incapaz de recolher toda a complexidade das relações entre a ciência e a sociedade. Inclusive naquelas situações nas quais é possível reconhecer respostas claramente científicas a questões envolvidas em assuntos políticos, a possibilidade de estabelecer uma distinção marcante entre o âmbito científico e o âmbito político é realmente complicada tanto quanto é muito difícil separar os fins dos meios. O que se considera que é um fim político ou social termina por ter numerosas repercussões nas análises do que deveria estar sob a jurisdição da ciência, e cada uma dessas repercussões têm de ser avaliadas em termos políticos e morais.

Transciência

Weinberg defende que muitas das questões que surgem no curso das interações entre a ciência e a sociedade (os efeitos nocivos secundários da tecnologia, ou as tentativas de abordar os problemas sociais mediante os procedimentos da ciência) depende de respostas que podem dizer respeito à ciência, mas que, no entanto, a ciência não pode responder ainda (Weinberg, 1972, pp. 1-2). Precisamente para poder enfrentar este tipo de questões aparece a expressão «questões transcientíficas». Estas são questões de fato desde o ponto de vista da epistemologia e, portanto, podem ser respondidas em princípio com a linguagem da ciência, embora os cientistas sejam incapazes de dar respostas precisas às mesmas; isto é, transcendem à ciência (Weimberg, 1972, p. 2). Na medida que as questões políticas e sociais possuem essa característica de «transcientificidade», o papel da ciência e dos cientistas no contexto da transciência tem de ser diferente do adotado na ciência acadêmica tradicional, onde os cientistas são capazes de dar respostas isentas de ambigüidade aos problemas que abordam.

Este tipo de questão que estamos analisando transcende à ciência por causa da impossibilidade de:

1. Determinar diretamente as probabilidades de que aconteçam eventos extremamente infreqüentes.

2. Extrapolar o comportamento dos protótipos ao comportamento dos sistemas em escalas reais sem uma perda de precisão.

3. Responder questões de valor como, por exemplo, de que problemas deveria se ocupar a ciência.

A respeito da primeira das razões, Weinberg (1972), propõe o exemplo dos reatores nucleares. Conforme este autor, é muito improvável que aconteça um acidente catastrófico em um reator nuclear. Têm sido elaboradas diferentes estatísticas para calcular a probabilidade de que suceda um acidente em um reator nuclear; para isto se desenvolvem «árvores de acidentes prováveis», onde cada uma das ramificações é ativada pela falha de alguns dos componentes. Não obstante, esses cálculos são bastante suspeitos. Primeiro porque a probabilidade total que se obtém de tais estimativas é excessivamente baixa (10^{-5} por reator/ano, ver Weinberg, 1972, p. 5) e, segundo, porque não existem provas definitivas de que se tenham identificados todos os possíveis modos de falha. Quando a probabilidade é muito baixa, não há possibilidades de determiná-la diretamente (construindo, por exemplo, mil reatores de forma que estes operem durante mais de 10 mil anos, e assim poder tabular seus processos operatórios). Portanto, a possibili-

dade de determinar de forma direta as probabilidades de que aconteçam eventos muito infreqüentes se converte em uma questão transcientífica que, ainda que se possa colocar em termos estritamente científicos, é pouco provável que a ciência possa oferecer alguma resposta definitiva.

A segunda razão se refere à impossibilidade de extrapolar o comportamento dos protótipos para o comportamento dos sistemas em escala real sem uma perda de precisão. Conforme Weinberg, a engenharia é um campo que se desenvolve tão rapidamente que habitualmente requer que sejam tomadas decisões baseadas em dados incompletos. Os engenheiros trabalham submetidos à dureza de apertadas agendas e rígidos orçamentos, e por isso não se podem permitir o luxo de examinar cada uma das questões ao nível que o rigor científico exige. Há ocasiões em que um projeto tem de esperar os resultados de investigações científicas futuras. No entanto, o cientista costuma tomar as decisões sobre uma base incompleta dos dados de que dispõe. Isto é, a incerteza é inerente à engenharia (Weinberg, 1972, p. 6). Os engenheiros se movem em contextos de incertezas sempre que se vêem envolvidos trabalhando com protótipos. Quando se trabalha com protótipos sempre aparece o risco da perda de precisão na hora de extrapolar os dados a situações reais. Quando se trata de dispositivos relativamente pequenos, por exemplo o desenvolvimento de um avião, é possível construir protótipos em escala real, de modo que a perda de precisão pode ser considerada quase nula. Porém, quando se trabalha com grandes dispositivos ou grandes construções, como por exemplo uma grande represa, não se podem elaborar protótipos em escala real, e isto se traduz num considerável aumento da incerteza com respeito às repercussões de tais dispositivos ou construções.

As questões de valor são relativas. Por exemplo: de que tipo de problema deveria ocupar-se a ciência? Destas questões se ocupa, segundo Weinberg, a axiologia da ciência, que de maneira geral aborda questões sobre as prioridades da ciência. Tratam-se de problemas que se discutem sob a rótulo dos critérios de escolha. Então, como as questões de valor não podem ser trabalhadas como questões de fato, elas transcendem claramente à ciência. Isto é, segundo Weinberg, existem três âmbitos nos quais as questões transcendem à ciência. No primeiro, a utilização exclusiva da ciência é inadequada porque as respostas são muito custosas e exigem demasiado tempo. Em segundo, a utilização exclusiva da ciência é inadequada porque a matéria que estuda é demasiadamente variável e não dispõe de todos os dados. E, em terceiro, a utilização exclusiva da ciência é inadequada porque ela trata de questões que implicam juízos éticos, políticos e estéticos.

No âmbito da ciência, somente os cientistas podem participar na gestão interna da ciência. Agora, quando nos movemos em um contexto em que a ciência se mistura com as decisões políticas em torno de questões que afetam diretamente a sociedade, estas questões não podem ser estabelecidas somente por cientistas. O público, seja mediante a participação direta ou através de representantes, deve envolver-se no debate porque se trata de questões que afetam a todos, e não somente aos cientistas. Para referir-se a esta situação, Weinberg introduz a expressão «república da transciência». Segundo ele, tal república tem elementos da «república política», por um lado, e da «república da ciência», por outro, motivo pelo qual a estrutura da «república da transciência» tem de refletir, em grande medida, a estrutura política da sociedade em que opera (Weinberg, 1972, p. 14).

Ciência reguladora

Outro dos autores que propõe que o modelo tradicional de compreensão da relação ciência-sociedade é, eventualmente, muito simplista e incapaz de apreender essa complexidade desta relação, é Sheila Jasanoff (1995). Em seu artigo «Procedural Choices in Regulatory Science», Jasanoff sustenta que quando se tem que levar à prática programas de saúde, de controle ambiental, etc., os especialistas devem revisar e avaliar o estado do conhecimento científico, identificar áreas de consenso sobre qual é o melhor dos seus conhecimentos e solucionar os problemas de evidência incerta de acordo com as leis vigentes.

Assim, para dar conta dessa nova situação, Jasanoff (1995), utiliza a expressão «ciência reguladora». Com ela trata de destacar o novo papel da ciência para diferenciá-la da ciência acadêmica tradicional. A autora destaca com veemência as diferenças entre a ciência reguladora, que proporciona as bases para a ação política e que leva a cabo suas atividades com fortes pressões pela falta de acordo, a escassez de conhecimento e as pressões temporais; e a ciência acadêmica, que, sem implicações políticas, move-se em um ambiente de consenso teórico e prático, impedindo a participação do público e dos grupos de interesse. No entanto, sustenta Jasanoff (1995, pp. 282-3), esse ambiente de consenso próprio da ciência acadêmica está distante da ciência reguladora que se move melhor no terreno do dissenso, não somente por problemas epistemológicos e metodológicos, mas também pela falta de acordo entre os próprios especialistas, com a pressão e controvérsia social que isso gera.

A ciência reguladora se move em um contexto onde os fatos são incertos, os paradigmas teóricos estão pouco desenvolvidos, os métodos de estudos são bastante inconsistentes e muito discutidos, e onde os resultados estão submetidos a consideráveis incertezas. Dado tal contexto, não surpreende que as análises dos dados por parte dos especialistas se vejam submetidas a possíveis prejuízos subjetivos (Jasanoff, 1995, p. 282). Estas características da ciência reguladora ajudam a compreender por que as controvérsias são tão freqüentes e desenvolvi-

Características da ciência acadêmica
e da ciência reguladora

	Ciência acadêmica	Ciência reguladora
Metas	«Verdades» originais e significativas.	«Verdades» relevantes para formulação de políticas.
Instituições	Universidades, organismos públicos de investigação.	Agências governamentais, indústrias.
Produtos	Artigos científicos.	Relatórios e análises de dados, que geralmente não se publicam.
Incentivos	Reconhecimento profissional.	Conformidade com os requisitos legais.
Prazos temporais	Flexibilidade.	Prazos regulamentados, pressões institucionais.
Opções	Aceitar a evidência. Rechaçar a evidência. Esperar por mais ou melhores dados.	Aceitar a evidência. Rechaçar a evidência.
Instituições de controle	Pares profissionais.	Instituições legisladoras. Tribunais. Meios de comunicação.
Procedimentos	Revisão por pares, formal ou informal.	Auditorias. Revisão reguladora profissional. Revisão judicial. Vigilância legislativa.
Padrões	Ausência de fraude e falsidade. Conformidade com os métodos aceitos pelos pares. Significado estatístico.	Ausência de fraude e falsidade. Conformidade com os protocolos aprovados e com as diretrizes da agência institucional. Provas legais de suficiência (isto é, evidência substancial, preponderância da evidência).

das com tanta tenacidade. Neste sentido, um aumento da participação de cientistas não governamentais e de outros agentes sociais nos processos reguladores melhorará não só a qualidade, mas também a objetividade dos processos científicos, de modo que a ciência possa utilizar procedimentos mais sensíveis às incertezas e indeterminações próprias da ciência reguladora (Jasanoff, 1995, p. 280).

1.5 Conclusão

Nem sequer a diversidade da ciência na prática chega a dar conta de todos os usos do vocábulo «ciência». As disciplinas experimentais, por exemplo, constituem somente uma parte do conhecimento que habitualmente é qualificado de «científico». A este respeito, o historiador A. C. Crombie (1994) distingue até cinco estilos de raciocínios na ciência, incluindo a exploração e medição experimental em diferentes especialidades da física, da química ou da biologia. Outras formas de fazer ciência, de acordo com este autor, são a elaboração de modelos hipotéticos própria da cosmologia ou das ciências cognitivas, a classificação e a reconstrução histórica da filologia ou da biologia evolutiva, a elaboração de postulados e provas em lógica ou matemática e, por último, a análise estatística de populações em economia ou partes da genética.

Chegamos então a um ponto que nos permite concluir que, sem uma linguagem comum, assumido o fracasso do projeto positivista de uma ciência unificada (Galison e Stump, 1996), parece difícil falar da «ciência» como um gênero natural em virtude da posse de algum método ou estrutura comum, ou, em geral, de algum conjunto de condições necessárias e suficientes (Rorty, 1998).

Sobra, no entanto, um sólido ar familiar para nos referir às ciências, proporcionado por coisas tais como o uso da matemática, os procedimentos padronizados por provas e contestação; a generalidade de suas afirmações e conhecimentos; a instrumentação e as práticas experimentais; o êxito em resolver problemas particulares através da tecnologia, e sua credibilidade quase universal. Contudo, a este ar familiar temos que agregar agora que tais coisas devem ser vistas, analisadas e interpretadas dentro de contextos sociais e históricos concretos.

Apesar da diversidade de conteúdos, competências e estilos de raciocínio, e ainda reconhecendo a diversidade das ciências, suas heterogêneas notas comuns e o êxito na prática, esse «ar familiar» parece tornar possível continuar falando de uma atitude e de um saber científicos.

1.6 Bibliografia

AMBROGI, A. (ed.) (1999): *Filosofía de la ciencia: el giro naturalista*. Palma de Maiorca, Universidad de las Islas Baleares.

BUNGE, M. (1983): *Controversias en Física*. Madri, Tecnos.

Carnap, R. (1963): *Autobiografía intelectual*. Barcelona, Paidós, 1992.

Copleston, F. (1971): *Historia de la filosofía*. Barcelona, Ariel, 1981.

Crombie, A. C. (1994): *Styles of scientific thinking in the european tradition*. Londres, Duckworth.

Echeverría, J. (1999): *Introducción a la metodología de la ciencia: la filosofía de la ciencia en el siglo XX*. Madri, Cátedra.

Ferrater, M. (1979): *Diccionario de filosofía*. Madri, Alianza, 1990.

Fuller, S. (1999): *The governance of science: ideology and the future of the open society*. Buckingham, Open University Press.

— : «La epistemología socializada», <http://www.campus-oei.org/cts/fuller.htm>.

Funtowicz, S. O. e Ravetz, J. R. (1992a): «Three types of risk assessment and the emergences of post-normal science», em Krimsky e Golding (eds.): *Social theories of risk*. Westport, Praeger.

— (1992b): «Problemas ambientales, ciencia post-normal y comunidades de evaluadores extendidas», em González García, M. I.; López Cerezo, J. A. e Luján López, J. L. (eds.) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas*. Barcelona, Ariel.

— (1990a): «Post-normal science: a new science for new times», em *Scientific European*, 169, pp. 20-22.

— (1990b): *Uncertainty and quality in science for policy*. Dordrecht, Reidel.

Galison, P. O. e Stump, D. J. (eds.) (1996): *The disunity of science*. Stanford, Stanford University Press.

Galison, P. (1997): *Image and logic*. Chicago, University of Chicago.

— (1987): *How experiments end*. Chicago, University of Chicago Press.

González García, M. I.; López Cerezo, J. A. e Luján López, J. L. (eds.) (1997): *Ciência, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas*. Barcelona, Ariel.

— (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madri, Tecnos.

Hacking, I. (1983): *Representing and intervening*. Cambridge, Cambridge University Press.

Hanson, N. R. (1958): *Patrones de descubrimiento*. Madri, Alianza, 1977.

Hellström, T. (1996): «The science-policy dialogue in transformation: model-uncertainty and environmental policy», em *Science and Public Policy*, 23, pp. 91-97.

Iranzo, J. M. e Blanco, R. (1999): *Sociología del conocimiento científico*. Madri, CIS.

Jasanoff, S. (1995): «Procedural choices in regulatory science», em *Technology in Society*, 17, pp. 279-293.

Kuhn, Th. (1967/1970): *La estructura de las revoluciones científicas*. México, Fondo de Cultura Económica, 1985.

Latour, B. (1987): *Ciencia en acción*. Barcelona, Labor, 1992.

— : «Dadme un laboratorio y levantaré el mundo», <http://www.campus-oei.org/cts/latour.htm>.

López Cerezo, J. A. e Luján, J. L. (2000): *Ciencia y política del riesgo*. Madri, Alianza.

López Cerezo, J. A.; Sanmartín, J. e González García, M. I. (1994): «Filosofía actual de la ciencia. El estado de la cuestión», em *Diálogo Filosófico*, 29, pp. 164-208.

Marcuse, H. (1954): *El hombre unidimensional*. Barcelona, Ariel, 1981.

Merton, R. K. (1949): *Teoría y estructura sociales*. México, Fondo de Cultura Económica, 1995.

Nagel, E. (1961): *La estructura de la ciencia*. Barcelona, Paidós, 1981.

Neurath, O.; Carnap, R. e Morris, C. (eds.) (1938-1969): *Foundations of the unity of science. Toward an international encyclopedia of unified science*, vol. 1. Chicago, University of Chicago Press.

Pérez Ransanz, A. R. (1999): *Kuhn y el cambio científico*. México, Fondo de Cultura Económica.

Pickering, A. (ed.) (1992): *Science as practice and culture*. Chicago, University of Chicago Press.

Popper, K. (1935): *La lógica de la investigación científica*. Madri, Tecnos, 1962.

Ritter, J. (1989): «Segunda bifurcación: una matemática o muchas? A cada uno su verdad: las matemáticas en Egipto y Mesopotamia», em Serres, M. (1991): *Historia de las ciencias*. Madri, Ediciones Cátedra.

Rorty, R. (1988): «Is science a natural kind?», em McMullin, E. (ed.): *Construction and constraint: the shaping of scientific rationality*. Notre Dame, University of Notre Dame Press.

Roszak, T. (1968): *El nacimiento de una contracultura*. Barcelona, Kairos, 1970.

Shaffer, N. (1996): «Understanding bias in scientific practice», em *Philosophy of Science*, 63/3 (PSA 1996 Proceedings), S89-S97.

Schumacher, E. F. (1973): *Lo pequeño es hermoso*. Madri, Hermann Blume, 1978.

Skinner, Q. (1999): «The advancement of Francis Bacon», em *The New York Review of Books*, XLVI/17, pp. 53-56.

Solís, C. (1994): *Razones e intereses: la historia de la ciencia después de Kuhn*. Barcelona, Paidós.

Solís, C. (comp.) (1998): *Alta tensión, filosofía, sociología e historia de la ciencia: ensayos en memoria de Thomas Kuhn*. Barcelona, Paidós.

Vilches, A. e Furió, C: «Ciencia, tecnología y sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI», <http://www.campus-oei.org/cts/ctseducacion.htm>.

Weinberg, A. M. (1972): «Science and trans-science», em *Minerva*, 10, pp. 209-222. Citado pela versão Weinberg, A. M. (1992): *Nuclear reactions: science and transcience*. Nova Iorque, The American Institute of Physics.

2 O que é a Tecnologia?

2.1 Introdução

A onipresença da técnica no mundo atual é incontestável. Para reforçar isso veja o processo que possibilitou a concretização deste texto, permitindo que ele possa ser agora lido, que implica um encadeamento de diversos atos técnicos; desde a escrita de um rascunho em um computador até a edição e montagem do texto, existe um conjunto de procedimentos sucessivos que podem ser considerados, com muita propriedade, como «técnicos».

E mais. Também o que está em volta do leitor neste momento está seguramente repleto de produtos técnicos. É possível que este texto (um artefato não-natural) esteja sendo lido apoiado numa mesa (artificial), inserida em um edifício (construído tecnicamente), situado num bairro ou cidade (um entorno urbanizado). Mesmo que num improvável caso de que o leitor estivesse em um parque natural, sem o menor vestígio aparente de produtos técnicos ao seu redor, ainda assim, embora não nos apercebamos num primeiro momento, tal lugar certamente conservaria intactas suas características naturais precisamente porque os seres humanos decidiram declará-lo como uma zona de exceção à habitual transformação técnica do meio. Em nossos tempos, a conservação da natureza e sua preservação frente aos efeitos do desenvolvimento técnico requerem uma planificação especializada e, com freqüência, sob a tutela dos próprios meios técnicos (por exemplo, o apagar de um incêndio). Tal é a onipresença da técnica na realidade que se pode afirmar, inclusive, que a própria realidade, em certo sentido, é uma construção técnica.

Ter um certo nível de compreensão acerca do fenômeno técnico parece ser, hoje, um imperativo da vida moderna. Mais ainda, o próprio trabalho docente implica uma relação especial com a técnica, que vai desde a especifici-

dade de seus próprios discursos até a formação integral que se almeja para crianças, jovens e, em geral, para a sociedade.

A compreensão desse fenômeno tem sido denominada com freqüência como alfabetização científico-tecnológica. Em todo caso, busca-se explorar a influência das forças sociais, políticas e culturais na ciência e na tecnologia, e examinar o impacto que as tecnologias e as idéias científicas podem ocasionar à vida das pessoas.

A alfabetização implica uma reflexão explícita acerca dos valores tecnológicos, a forma como eles são gerados e como circulam nos diferentes contextos da sociedade, assim como nas distintas práticas e saberes. Para isso são necessárias análises interdisciplinares, mais especialmente o debate organizado, entendido esse último como o desenvolvimento de processos de discussão que impliquem colocar em cena os diferentes atores e pressupostos argumentativos que buscam legitimar uma ou outra posição valorativa.

Na seqüência é apresentada uma conceituação sucinta da tecnologia, com base em seus componentes epistemológicos e sociais, e, por conseguinte, sua articulação com a natureza humana, com a técnica e com a ciência. Adicionalmente, a distinção entre tecnologia, conhecimento tecnológico, mudanças tecnológicas e avaliação de tecnologias permitirá complementar a visão de conjunto que se espera oferecer neste capítulo.

2.2 Técnica e natureza humana

Os antropólogos têm discutido muito sobre os determinantes do processo de hominização, quer dizer, sobre o tipo de fatores que conduziram a que um grupo de primatas abandonasse a vida nas árvores, há alguns milhões de anos. Ainda que os antropólogos não tenham chegado a acordos definitivos sobre a importância e a ordem desses fatores determinantes, parece estar claro que a sociabilidade, a capacidade lingüística e as habilidades técnicas foram fundamentais no processo de hominização. A intensa interação social dos hominídeos foi, seguramente, uma condição que favoreceu a mudança de *habitat* passando nossos ancestrais de uma vida arborícola, própria de seus antepassados primatas, para a prática da caça cooperativa. Mas é a posição vertical o primeiro critério de hominização que liga os homens com os seus antepassados. Outros dois são corolários do primeiro: o rosto achatado, sem caninos ofensivos, e ter as mãos livres para a locomoção e, por conseguinte, para o manuseio de utensílios, o que veio a

favorecer seu desenvolvimento técnico. O cérebro também desempenha um papel integrador e decisivo em todo este processo.

A complexa organização social derivada da nova situação de caçadores-coletores teve que estar acompanhada necessariamente pelo desenvolvimento de uma capacidade comunicativa incomparavelmente superior a de qualquer outro mamífero. Contudo nem a complexidade da organização social, nem o conseguinte desenvolvimento lingüístico, teriam resultado em uma espécie cuja adaptação ao seu entorno estivesse limitada pelas condições físicas de sua anatomia. O fato de um macaco arborícola se deslocar para terrenos abertos e se converter em um temível predador não teria sido possível se suas mãos não tivessem empunhado habilmente pedras para lançar em suas presas ou paus e ossos para matá-las. Assim, esses instrumentos rudimentares, convertidos em tochas, lanças e punhais, foram as primeiras ferramentas técnicas que substituíram as garras de outros predadores mais bem dotados anatomicamente.

Esse foi, de acordo com a teoria evolucionista, somente o princípio. Os hominídeos e seus descendentes foram desenvolvendo formas de vida nas quais a incidência da seleção natural nas variações anatômicas características da evolução de todos os seres vivos deixou de afetá-los porque as próteses técnicas correspondentes a cada situação terminaram por substituir a evolução natural. Essa nova evolução, neste caso, de natureza cultural, consistiria precisamente na multiplicação e diversificação dos instrumentos e atos técnicos para a adaptação a qualquer entorno.

O domínio do fogo, o cozimento dos alimentos, a domesticação dos animais, a agricultura, o tear, a cerâmica, a construção de moradias, a fundição de metais... são somente alguns dos elementos significativos da longa cadeia de atos técnicos que caracterizaram a evolução cultural dos humanos. Por tudo isso, é amplamente aceito que o ser humano é antes de tudo um *homo faber,* e mais (e talvez antes que), um *homo sapiens.* Inclusive cabe estabelecer que a própria racionalidade humana seja, ela mesma, uma conseqüência do desenvolvimento técnico.

> O fenômeno técnico pode ser analisado, em suas origens, como produto da evolução biológica. E a evolução humana pode ser interpretada, com base numa tecnicidade orgânica, como fenômeno evolutivo, entendida como a organização funcional que implica a coordenação entre órgãos relacionados que asseguram ao ser vivo informações vitais, órgãos e membros preênseis que asseguram que ele conquiste seus alimentos e dispositivos de locomoção que permitem a exploração do meio exterior. Neste contexto, será a evolução do campo anterior nos animais a característica mais importante desde o ponto de vista das conseqüências para o desenvolvimento da tecnicidade. O campo anterior compreende dois pólos: um facial e outro manual, os quais atuam em estreita cooperação nas operações técnicas mais elaboradas nos diferentes grupos de organismos. Por exemplo, os carnívoros, os insetívoros ou os roedores utilizam a atividade manual para andar na terra ou em árvores tanto quanto para a atividade preên-

sil. No homem, o campo anterior terá importantes conseqüências para o posterior desenvolvimento técnico-econômico da organização social, pois a tecnicidade manual responde à liberação técnica dos órgãos faciais, os quais ficam disponíveis para a fala, tão logo a evolução permita que os órgãos da fala e o olfato não precisem mais ser utilizados para a detecção e captura de alimentos. A uma maior liberação da mão corresponde um cérebro maior, pois liberação manual e redução dos limites da abóbada craniana são dois termos de uma mesma equação. Para cada espécie fica determinado um ciclo entre seus meios técnicos, ou melhor, seu corpo e seus meios de organização, ou seja, seu cérebro. Nesta interação dinâmica surgiu a ferramenta, incorporada às estruturas biológicas do homem.

A técnica tem permitido a transformação do meio onde os humanos vêm desenvolvendo sua vida, uma vez que eles próprios têm provocado a sua transformação. Isto porque a vida humana, diferentemente da dos demais animais, não está determinada e limitada pelas condições ambientais às quais cada espécie tem se adaptado. Parece ser próprio da espécie humana a contínua adaptação a qualquer condição ambiental mediante a construção técnica de artefatos e produtos que permitem que sua vida seja possível em todos os lugares do planeta, e inclusive fora dele.

A técnica cria obras que têm a pretensão de perdurar; inclusive a técnica permite prolongar a vida humana muito além dos desígnios do acaso natural ou do destino divino. A técnica tem permitido melhorar a vida humana, embora também existam técnicas capazes de piorá-la, porque, para o bem ou para o mal, tem recriado as condições dessa existência. Por último, o conhecimento e a investigação não são possíveis sem o domínio prévio de certas técnicas.

Em certo sentido, a existência humana é um produto técnico tanto como os próprios artefatos que a fazem possível. Não se pode pensar, portanto, em separar a técnica da essência do ser humano. Seguramente a técnica é uma das produções mais características do homem, mas também é certo que os seres humanos são, ao que parece, o produto mais singular da técnica.

Leituras complementares

LEROI-GOURHAN, A. (1965): *El gesto y la palabra.* Caracas, Universidad Central de Venezuela, 1971.

EIROA, J. (1994): «La prehistoria. Paleolítico y Neolítico», em *Historia de la ciencia y de la técnica.* Madri, Ediciones Akal.

SÉRIS, J. (1994): *La technique.* Paris, PUF.

O significado da tecnologia

A definição da tecnologia se torna especialmente difícil por ser indissociável da própria definição do ser humano. No entanto, convém ter em conta qual é a idéia mais usual e característica da mesma. Segundo a definição constante do Dicionário Aurélio[1], tecnologia seria o «conjunto de conhecimentos, especialmente princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade». Outros dicionários a definem como o «conjunto dos conhecimentos próprios de um trabalho mecânico ou arte industrial», ou também como «o conjunto dos instrumentos e dos procedimentos industriais de um determinado setor ou produto» (*Dicionário da Real Academia Espanhola*, 21 ed.). Ainda que as definições difiram no caráter do conhecimento ou da prática que deve caracterizar a tecnologia, quase todas elas parecem convergir para o entendimento de que o âmbito definidor da tecnologia se encontra na produção, especialmente na produção industrial.

Essa imagem convencional, segundo a qual a tecnologia teria sempre como resultado produtos industriais de natureza material, manifesta-se nos artefatos tecnológicos considerados como máquinas, em cuja elaboração tenham sido seguidas regras fixas ligadas às leis das ciências físico-químicas. Automóveis, telefones e computadores seriam exemplos, entre muitos outros, de artefatos tecnológicos que cumpririam as condições das definições da tecnologia antes comentadas. Em todos estes artefatos se encontrariam os tópicos da imagem convencional da tecnologia. O tecnológico seria o relativo à moderna condição de bens materiais que a sociedade demanda.

A tecnologia poderia ser considerada como o conjunto de procedimentos que permitem a aplicação dos conhecimentos próprios das ciências naturais na produção industrial, ficando a técnica limitada aos tempos anteriores ao uso dos conhecimentos científicos como base do desenvolvimento tecnológico industrial. Duas idéias básicas aparecem assim nesta consideração habitual da tecnologia. Em primeiro lugar, viria a sua dependência de outros conhecimentos, como é o caso da ciência. Em segundo lugar, a utilidade da tecnologia expressaria um caráter material de seus produtos. Porém, esta definição baseada na ciência e na utilidade poderia ser ampliada e problematizada à luz das reflexões que trataram de pensar o tema da tecnologia.

Centrando-nos agora na relação ciência-tecnologia, muitos autores têm demonstrado que este é o critério que diferencia a técnica da tecnologia (por

[1] Dicionário Aurélio Eletrônico, Editora Nova Fronteira, v. 2.0, julho de 1996.

exemplo ver Bunge, 1967, e Sanmartín, 1990). O termo «técnica» faria referência a procedimentos, habilidades, artefatos, desenvolvimentos sem ajuda do conhecimento científico. O termo «tecnologia» seria utilizado, então, para referir-se àqueles sistemas desenvolvidos levando em conta esse conhecimento científico.

Os procedimentos tradicionais utilizados para fazer iogurte, queijo, vinho ou cerveja seriam técnicas, enquanto a melhoria destes procedimentos, a partir da obra de Pasteur e do desenvolvimento da microbiologia industrial, seriam tecnologias. O mesmo poder-se-ia dizer da seleção artificial tradicional (desde a revolução neolítica), e a melhoria genética que considera as leis da herança formuladas por Mendel. A tecnologia do DNA recombinado seria um passo posterior baseado na biologia molecular.

O tema da tecnologia em sua relação com a ciência tem sido considerado através de diferentes pontos de vista, dos quais Niiniluoto (1997) nos oferece uma classificação:

- Ciência seria redutível à tecnologia.
- Tecnologia seria redutível à ciência.
- Ciência e tecnologia são a mesma coisa.
- Ciência e tecnologia são independentes.
- Há uma interação entre ciência e tecnologia.

O ponto de vista mais amplamente aceito sobre a relação ciência-tecnologia é o que conceitua a tecnologia como ciência aplicada, sendo portanto a tecnologia redutível à ciência. Este ponto de vista é subjacente ao modelo linear de desenvolvimento que tem influenciado políticas públicas de ciência e tecnologia até tempos recentes. Tal conceito tem estado presente também, ainda que às vezes de modo implícito, na filosofia da ciência. Afirmar que a tecnologia é ciência aplicada é afirmar que:

- Uma tecnologia é principalmente um conjunto de regras tecnológicas.
- As regras tecnológicas são conseqüências dedutíveis das leis científicas.
- Desenvolvimento tecnológico depende da investigação científica.

Tradicionalmente, no âmbito acadêmico era habitual definir tecnologia como ciência aplicada. Com base nessa perspectiva, a tecnologia era analisada como conhecimento prático que derivava diretamente da ciência (conhecimento teórico). Uma importante tradição acadêmica respalda esta imagem da

tecnologia: o Positivismo Lógico. Para os positivistas, as teorias científicas eram sobretudo conjuntos de enunciados que tratariam de explicar o mundo natural de um modo objetivo, racional e livre de qualquer valor externo à própria ciência. O conhecimento científico, para quem segue essa lógica filosófica, é visto como um processo progressivo e acumulativo, articulado através de teorias cada vez mais amplas e precisas que vão subsumindo e substituindo a ciência do passado. Em alguns casos, as teorias científicas – sob a lógica do positivismo – poderiam ser aplicadas gerando desse modo tecnologias. Não obstante, a «ciência pura» em princípio não tinha nada a ver com a tecnologia, posto que as teorias científicas eram um alvo anterior à qualquer tecnologia. Por este motivo não se poderia dizer que existe uma determinada tecnologia sem uma teoria científica que a respalde. Porém, poderiam existir teorias científicas sem contar com tecnologias. Na literatura especializada, essa forma de ver a tecnologia é denominada de «imagem intelectualista da tecnologia».

A partir dessa imagem intelectualista, depreende-se que as teorias científicas são valorativamente neutras, ninguém pode exigir responsabilidades dos cientistas a respeito de suas aplicações, quando são postas em prática. Em todo caso, se tivesse que existir algum tipo de responsabilidade, esta deveria recair sobre aqueles que fazem uso da ciência aplicada, isto é, da tecnologia. As tecnologias, como formas de conhecimento científico, são valorativamente neutras.

Em sua análise da historiografia da tecnologia, John M. Staundenmaier (1985) argumenta que a tese da tecnologia como ciência aplicada tem sido atacada em diferentes frentes. Seus principais argumentos são os seguintes:

- *A tecnologia modifica os conceitos científicos*. Thomas Smith estudou o *Whirlwind project*, desenvolvido, após a Segunda Guerra Mundial, no MIT para criar um computador digital. Concluiu que a maior parte dos conceitos utilizados era endógena à própria engenharia, e os que procediam das ciências (especialmente da física em relação com o armazenamento magnético de informação) foram substancialmente transformados para a sua utilização no desenvolvimento do projeto.
- *A tecnologia utiliza dados problemáticos diferentes dos da ciência*. Walter Vincenti estudou o projeto aeronáutico, mostrando que a engenharia realiza abordagens importantes para problemas dos quais a ciência não se ocupa. Realiza uma categorização do conhecimento tecnológico: *1)* conceitos fundamentais de projeto; *2)* critérios e especificações; *3)* ferramentas teóricas, *4)* dados quantitativos; *5)* considerações práticas, e *6)* instrumentação de projetos. O conhecimento científico é importante nos casos 2, 3 e 4, mas parte

destes tipos de conhecimento procedem do próprio desenvolvimento tecnológico.

- *A especificidade do conhecimento tecnológico.* Ainda que existam fortes paralelismos entre as teorias científicas e as tecnológicas, os pressupostos subjacentes são diferentes. Segundo Layton, a tecnologia, por sua própria natureza, é menos abstrata e idealizada que a ciência.
- *A dependência da tecnologia das habilidades técnicas.* A distinção entre a técnica e a tecnologia se realiza em função da conexão desta última com a ciência (tanto em relação com o conhecimento como com a metodologia, o uso de ferramentas teóricas, etc.). Esta distinção não implica que na tecnologia atual não desempenhem nenhum papel as habilidades técnicas.

Estas quatro linhas de argumentação identificadas por Staudenmaier não negam necessariamente que exista relação entre a ciência e a tecnologia; o que negam é que esta relação seja exclusivamente a que se expressa na compreensão da tecnologia como ciência aplicada.

Embora a conceituação da tecnologia como ciência aplicada tenha sido historicamente muito importante, hoje em dia é difícil de defendê-la. Shrum (1986) assinala que parece existir um consenso no entendimento da ciência e da tecnologia como duas subculturas simetricamente interdependentes. Mas por debaixo deste aparente consenso existem dois pontos de vista diferentes. Um defende a distinção dos métodos empregados, dos produtos obtidos, dos objetivos estabelecidos, etc. O outro defende a identidade entre ciência e tecnologia.

Pelo que se percebe, a imagem da tecnologia como ciência aplicada contribuiu para que tradicionalmente se dê pouca importância à análise da tecnologia. De fato, quando se sustenta que a tecnologia não é mais do que ciência aplicada, é suficiente a análise da ciência, já que isto nos dará as chaves para entender também a tecnologia (Agazzi, 1980). Se a ciência é valorativamente neutra, então os artefatos, produtos de sua aplicação, também o serão; ou ainda, será bom o uso que se faça deles, pois não geram problemas éticos, políticos e sociais. Dada esta tese sobre a neutralidade da ciência e da tecnologia, não é estranho que se tenha favorecido, a partir de posições tradicionais, uma imagem da evolução da tecnologia que defenda a distinção entre «eficácia interna» e «interferência externa», pretendendo converter a eficácia no único guia do desenvolvimento tecnológico (González García, López Cerezo e Luján, 1996, pp. 127-132).

A idéia de uma tecnologia autônoma favorece o que se conhece como tecnocatastrofismo e tecnootimismo, quer dizer, posições a favor ou contra a tecnologia. O tecnocatastrofista busca mostrar a ameaça da autonomia da tecnologia, já que esta se encontra fora de controle, e então o que se deve fazer é destruí-la para voltar a uma sociedade menos tecnológica e mais humanizada. O tecnootimista tem uma posição contrária. É precisamente essa ausência de controle, seu caráter autônomo, o que assegura a eficácia da tecnologia, e, por conseguinte, sua ação benéfica frente a qualquer perturbação que ela pode gerar. No momento pode-se assinalar que a idéia de uma investigação científica objetiva, neutra, prévia e independente de suas possíveis aplicações práticas pela tecnologia é uma ficção ideológica que não tem correspondência com a atividade real dos projetos de pesquisa nos quais os componentes científicos teóricos e tecnológicos práticos resultam quase sempre indissociáveis do contexto social (González García, López Cerezo e Luján, 1996, p. 133).

Leituras complementares

ELLUL, J. (1954): *El siglo XX y la técnica: análisis de las conquistas y peligros de la técnica de nuestro tiempo.* Barcelona, Labor, 1960.

GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A. e LUJÁN, J. L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología.* Madri, Tecnos.

HEIDEGGER, M. (1954): «La pregunta por la técnica», em *Conferencias y artículos.* Barcelona, Odos, 1994.

MITCHAM, C. (1989a): *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona, Anthropos.

MUMFORD, L. (1934): *Técnica y civilización.* Madri, Alianza, 1982.

ORTEGA Y GASSET, J. (1939): *Meditación de la técnica*, em *Revista de Occidente/El Arquero.* Madri, 1977.

QUINTANILLA, M. A. (1988): *Tecnología: un enfoque filosófico.* Madri, Fundesco.

SANMARTÍN, J. (1990): *Tecnología y futuro humano.* Barcelona, Anthropos.

WINNER, L. (1977): *Tecnología autónoma.* Barcelona, Gustavo Gili, 1979.

2.4 Demarcações sobre a tecnologia

O estudo da tecnologia é fundamental no âmbito dos estudos CTS. A análise dos impactos tecnológicos, as políticas públicas de ciência e tecnologia, a regulação e gestão da ciência e da tecnologia, entre outros temas típicos CTS,

dependem, de alguma maneira, da visão que se tenha sobre a natureza da tecnologia. Para abordar este problema é fundamental distinguir com precisão o que é a tecnologia e o que é o conhecimento que a faz possível (Quintanilla e Bravo, 1997; Quintanilla, 1998). Esta distinção é básica para poder-se analisar o processo de mudança tecnológica e para caracterizar o conhecimento tecnológico como tal.

De maneira mais precisa, podemos definir tentativamente a tecnologia como uma coleção de sistemas projetados para realizar alguma função. Fala-se então de tecnologia como «sistema» e não somente como «artefato», para incluir tanto instrumentos materiais como tecnologias de caráter organizativo (sistemas impositivos, de saúde ou educativos, que podem estar fundamentados no conhecimento científico).

> A educação é um exemplo claro de tecnologia de organização social. Mas também o são o urbanismo, a arquitetura, as terapias psicológicas, a medicina ou os meios de comunicação. Nestes casos, a organização social resulta ser um artefato relevante. Portanto, se o desenvolvimento tecnológico não pode reduzir-se a uma mera aplicação prática dos conhecimentos científicos, tampouco a própria tecnologia, nem seus resultados, os artefatos, podem limitar-se ao âmbito dos objetos materiais. Tecnológico não é só o que transforma e constrói a realidade física, bem como aquilo que transforma e constrói a realidade social.

Podemos aperfeiçoar essa definição seguindo Radder (1996). De acordo com este autor, há cinco características importantes que distinguem a tecnologia: exeqüibilidade, caráter sistemático, heterogeneidade, relação com a ciência, divisão de trabalho. Vejamos cada uma delas:

- *Exeqüibilidade.* Falar de tecnologia é falar de uma configuração concreta, quer dizer, de uma tecnologia realizada. A tecnologia seria, logo, um fenômeno dado. A exeqüibilidade implica que, ao estudar a tecnologia, as perguntas «onde», «quando», «por quem», «para quem»... tenham a máxima relevância. As tecnologias particulares estão condicionadas por fatores concretos que é necessário especificar.

- *Caráter sistêmico.* Uma tecnologia não pode ser conceituada como um conjunto de artefatos isolados. Qualquer tecnologia, por mais simples que seja, está inserida numa trama sociotécnica que a torna viável. Um automóvel é uma tecnologia formada por vários componentes de diferentes origens que, para funcionar, necessita de estradas, postos de abastecimento, refinarias, semáforos, lojas, seguros, publicidade, regulamentos, guardas de trânsito, etc. Não é possível entender uma tecnologia sem ter em conta a trama sociotécnica da qual faz parte. Os enfoques para o estudo da mudança tecnológica desenvolvidos por Hughes, Latour, Rip e Callon enfatizam esta característica.

- *Heterogeneidade.* Os sistemas tecnológicos existentes são heterogêneos. O exemplo do automóvel serve perfeitamente para ilustrar esta característica. Os componentes do artefato «automóvel» são de diferentes tipos e procedências. Como assinala Radder, exeqüibilidade, sistematicidade e heterogeneidade são características necessárias para entender o êxito ou o fracasso de uma tecnologia. Estas características divergem do ponto de vista que concede certa autonomia à tecnologia.

- *Relação com a ciência.* A tecnologia contemporânea mantém uma ampla e diversificada relação com a ciência. Esta relação vai além daquela geralmente reconhecida ao se conceituar tecnologia como ciência aplicada. Não só o conhecimento científico, mas também o «saber como», materializado em habilidades, técnicas teóricas, observacionais e experimentais, assim como resultados científicos objetivados em produtos, materiais e instrumentos, formam parte do fluxo que vai da ciência à tecnologia. No entanto, e ao contrário do que comumente se supõe, não existe uma incorporação automática dos diversos produtos científicos na tecnologia, sendo necessária a intervenção de outros fatores.

- *Divisão do trabalho.* A realização de uma tecnologia cria relações de dependência entre os diferentes agentes implicados. As tecnologias não podem funcionar de forma incondicional. As características contempladas aqui implicam uma divisão do trabalho entre aqueles que desenvolvem, produzem, operam e usam a tecnologia. Esta característica está relacionada tanto com o caráter sistêmico como com a heterogeneidade anteriormente assinalada.

2.4.1 A prática tecnológica

Um dos conceitos estabelecidos mais significativos sobre tecnologia, a partir de seu caráter sistêmico, é a interpretação da tecnologia como prática, enfoque que resulta de grande importância para o contexto dos países latino-americanos.

O conceito de prática tecnológica «vem a ser a aplicação do conhecimento científico ou organizado nas tarefas práticas por meio de sistemas ordenados que incluem as pessoas, as organizações, os organismos vivos e as máquinas» (Pacey, 1990, p. 21).

Pacey (1990, pp.18-19) propõe o conceito de prática tecnológica por analogia com a prática médica, porquanto este deixa ver com maior nível de implicação os aspectos organizacionais da tecnologia e não só a dimensão estritamente técnica. Neste sentido, a prática tecnológica envolve três dimensões integradas:

- *Aspecto organizacional*, que relaciona as facetas da administração e da política públicas com as atividades de engenheiros, desenhistas, administradores, técnicos e trabalhadores da produção, usuários e consumidores.

- *Aspecto técnico*, que envolve máquinas, técnicas e conhecimentos com a atividade essencial de fazer funcionar as coisas.

- *Aspecto cultural e ideológico*, que se refere aos valores, às idéias e à atividade criadora.

O conceito de prática tecnológica mostra com clareza o caráter da tecnologia como sistema ou sócio-sistema. O sistema permite intercâmbios e comunicações permanentes dos diversos aspectos da operação técnica (instrumentos, máquinas, métodos, instituições, mercados, etc.); como também de sua administração, mediante o tecido de relações e de seus sistemas subjacentes implicados. Além do que, o sistema envolve o marco de representações e valores dos agentes do processo. Tudo isso permite reconhecer que os sistemas não são autônomos, visto que estão envolvidos na vigilância da razão teórica e no controle da razão prática.

Ao conceber a tecnologia como sistema, usamos um critério de relação e de coerência, não de relações lineares. Esta coerência se expressa nos materiais dos objetos e processos, em suas condições de elaboração, em seus efeitos e em seus usos, como mencionado anteriormente. O caráter de sistema permite relacionar os indivíduos e os grupos (produtores, consumidores, participantes de intercâmbio), os agentes (individuais ou coletivos), os materiais e os meios disponíveis, e os fins a desenvolver.

Leitura complementar

PACEY, A. (1983): *La cultura de la tecnología*. México, Fondo de Cultura Económica, 1990.

2.4.2 O conhecimento tecnológico

O conhecimento presente nas atividades tecnológicas pode ser classificado em cinco tipos: habilidades técnicas, máximas técnicas, leis descritivas, regras tecnológicas e teorias tecnológicas (Bunge, 1967; Mitcham, 1994). Descrevemos abaixo brevemente cada um desses tipos de conhecimento:

- *Habilidades técnicas*. As habilidades técnicas são «saber como», que se adquirem por ensaio e erro e se transmitem por imitação. Trata-se de um tipo de conhecimento que é em grande parte tácito e não discursivo. As habilidades técnicas são conhecimento operacional, como oposto ao conhecimento representativo (Quintanilla e Bravo, 1997).

- *Máximas técnicas*. As máximas técnicas são «saber como» codificado. Descrevem o procedimento a seguir para conseguir um resultado concreto. Tratam-se de conhecimentos adquiridos por ensaio e erro, porém transmissíveis lingüisticamente. Em algumas ocasiões, as máximas técnicas são estratégias heurísticas para a resolução de problemas.

- *Leis descritivas*. Tratam-se de generalizações derivadas diretamente da experiência, por isso também são denominadas «leis empíricas». São semelhantes às leis científicas, explicitamente descritivas e implicitamente prescritivas para a ação. Contudo, não são leis científicas porque não formam parte de uma trama teórica que as explique.

- *Regras tecnológicas*. As regras tecnológicas são formulações lingüísticas para realizar um número finito de atos em uma ordem dada; representam teoricamente o saber tecnológico. São normas que se caracterizam por estar fundamentadas cientificamente; são fórmulas baseadas em leis capazes de dar razão à sua efetividade, e que indicam como se deve proceder para conseguir um determinado fim.

- *Teorias tecnológicas*. Uma teoria tecnológica guarda uma relação particular com a ação, seja porque fornece conhecimento sobre os objetos da ação seja porque nos informa sobre a mesma ação. Há dois tipos de teorias tecnológicas: substantivas e operativas. No primeiro caso considera-se que são essencialmente aplicações das teorias científicas, enquanto no segundo são teorias tecnológicas operativas, quando intervêm ações do complexo homem-máquina em situações aproximadamente reais, isto é, nascem na pesquisa

aplicada e podem ter pouco ou nada a ver com teorias substantivas. Seriam exemplos deste tipo de teorias: a aerodinâmica, como uma aplicação da dinâmica de fluidos, no caso das substantivas, e a teoria da decisão e a pesquisa operacional, nas teorias operativas. Nestas últimas, não se trata de aplicação da ciência e sim do método da ciência, pelo fato de serem teorias da ação.

Bunge (1969, p. 694) amplia o conceito de regra tecnológica: «uma regra é uma instrução para realizar um número finito de atos em uma dada ordem e com um objetivo também dado. O esqueleto de uma regra pode simbolizar-se por uma cadeia de sinais, como 1-2-3... -*n*, na qual cada número representa um ato correspondente; no último ato, *n* é o único que separa do objetivo o operador que tenha executado todas as operações menos *n*... Os enunciados de leis são descritivos e interpretativos, as regras são normativas [...] Enquanto os enunciados legais (referentes à ciência) podem ser mais ou menos verdadeiros, as regras só podem ser mais ou menos efetivas». Conforme Bunge (1969, p. 659), diferentemente das regras de conduta que prescrevem o comportamento moral, das regras da atividade prática que não estão submetidas ao controle tecnológico, e das regras da semântica e de sintaxe (de sinais), as regras tecnológicas se fundamentam na investigação e na ação. As regras tecnológicas não seriam exatamente convencionais, como podem ser as de conduta, trabalho e símbolos, já que as tecnológicas se baseiam em um conjunto de fórmulas e leis capazes de dar razão de sua efetividade; por exemplo, a regra que prescreve lubrificar periodicamente os automóveis se baseia na lei de que os lubrificantes diminuem o desgaste por fricção das partes, ao mesmo tempo em que se degradam; é, por conseguinte, uma regra bem fundamentada.

Uma regra é tecnológica quando está fundamentada em leis científicas. Essa fundamentação se produz através de enunciados nomopragmáticos (que se referem a ações). O enunciado «A água ferve a 100ºC» é um enunciado nomológico, porque descreve uma regularidade expressa como lei da natureza. O enunciado «Ao se esquentar água a 100ºC, ela ferverá» é um enunciado nomopragmático (já que introduz a ação específica de esquentar). O enunciado «Para ferver a água é necessário esquentá-la a 100ºC» é uma regra tecnológica. É possível transformar as leis científicas, mediante enunciados nomopragmáticos, em regras tecnológicas. A diferença entre prognosticar e aplicar seria entendida então em função da diferença dos objetivos da ciência e da tecnologia. Os prognósticos se realizam para provar a adequação de uma teoria científica, enquanto que as aplicações perseguem a solução de algum problema prático. Os experimentos científicos provam a adequação de uma teoria; os experimentos tecnológicos, sua efetividade.

Bunge (1969) esclarece que toda boa teoria tecnológica operativa terá ao menos vários traços característicos das teorias da ciência: *a)* não que se refira diretamente a partes da realidade, mas a modelos idealizados; *b)* como conseqüência do anterior, utiliza modelos teóricos; *c)* pode fazer uso da informação empírica e produzir predições e diagnósticos, e *d)* ser empiricamente contrastável.

2.5 Filosofia da tecnologia

No âmbito da reflexão filosófica sobre a natureza da tecnologia identificam-se três grandes formas de abordar o pensamento acerca da tecnologia, segundo o que propõe Mitcham (1989a). A primeira delas, com manifestações desde o século XVII, denominada de caráter engenheiril [2], está representada pelos trabalhos de Ernst Kapp, Peter K. Engelmeier e Friedrich Dessauer, entre os mais destacados. A ela se segue outra grande tradição humanística, associada aos nomes de Lewis Mumford, José Ortega y Gasset, Martín Heidegger e Jacques Ellul. Finalmente, encontramo-nos vivendo uma nova etapa, caracterizada por uma discussão histórico-filosófica sobre a questão ética e, em geral, sobre a responsabilidade moral na tecnologia, que abordaremos através das atividades da Associação de Engenheiros Alemães. Vamos desenvolver com um pouco mais de detalhe algumas das reflexões clássicas em filosofia da tecnologia, seguindo basicamente Carl Mitcham (1989a, 1994). Completaremos este capítulo com o estudo da evolução de tecnologias e seu desenvolvimento nos enfoques CTS.

2.5.1 A filosofia engenheiril da tecnologia

A filosofia engenheiril da tecnologia se caracteriza por sua ênfase nas análises da estrutura interna e na natureza da tecnologia. Nela a tecnologia é aceita como algo dado, não questionável por uma filosofia que se limita a analisá-la e a estender seus modelos de sucesso a outros âmbitos do pensamento e da ação.

Uma das primeiras figuras na filosofia engenheiril da tecnologia é Ernst Kapp, que divide sua vida entre o que hoje é a Alemanha (de onde foi expulso em 1849, acusado de motim, para onde retorna depois da Guerra de Secessão Norte-americana) e Estados Unidos. Hegeliano de esquerda, tenta materializar em sua primeira grande obra (*Geografia geral comparada*, de 1845) o pensamento idealista de Hegel, insuflando-lhe elementos da nova ciência geográfica de Ritter, que sustenta a influência da geografia na formação da ordem sociocultural. *Linhas fundamentais de uma filosofia da técnica*, de 1877, fará com que seja considerado o autor da expressão «filosofia da técnica», por ser o primeiro livro que leva em seu título tal referência. Ao longo de suas páginas desenvolve uma interessante

[2] Preferimos manter a grafia «engenheiril», no lugar, por exemplo, de «engenheira», por considerarmos ser esta forma já bastante aceita e compreendida, além de ser compacta, portando já significado próprio em português.

análise dos elementos da cultura (técnica, arte, linguagem, estado) como progressiva projeção dos órgãos do corpo humano.

Em uma seção da fenomenologia do espírito, Hegel analisa a dinâmica do que considera uma das relações sociais fundamentais: a que se produz entre o amo e o servo. Segundo Hegel, o amo arriscou na luta seu ser físico e, por conseguinte, ao vencer se transformou em amo. O servo teve medo da morte e, na derrota, com o intuito de salvar sua vida física, aceitou a condição de servo, e se converteu em um ser dependente do amo. A partir deste momento, o amo utilizou o servo, o fez trabalhar para ele, limitando-se a gozar das coisas que o servo construía. Neste tipo de relação se levou a cabo um movimento dialético, que acabaria por provocar uma inversão de papéis. De fato, o amo terminaria por tornar-se dependente das coisas, deixaria de ser independente, porque já não saberia fazer o que fazia o servo, enquanto este, ao fazer as coisas, acabaria por tornar-se independente delas. Quer dizer, o servo, através de seu trabalho técnico, alcançaria sua própria dignidade, independentemente da opressão de outros seres humanos. Para Hegel, mediante essa tarefa, o servo era capaz de transformar o mundo, que desse modo era muito menos nobre que ele mesmo. Do trabalho do servo surgiu o desejo pelo desenvolvimento tecnológico, o qual seria capaz de libertá-lo do entorno físico, o que possibilitaria o nascimento da idéia de uma nova sociedade livre e igualitária.

Ernst Kapp resgata essa tese da reflexão hegeliana para formular sua filosofia da tecnologia. Para Kapp, as ferramentas e artefatos devem entender-se como diferentes classes de «projeções dos órgãos humanos». É uma idéia presente já nos escritos de Aristóteles; no entanto, foi Kapp quem lhe deu uma elaboração detalhada e sistemática.

Assim, a ferrovia é definida como uma exteriorização do sistema circulatório, e o telégrafo como uma extensão do sistema nervoso. Contudo, a filosofia de Kapp não se reduz a elaborar uma analogia dos instrumentos e dos órgãos humanos, sendo que um dos pontos centrais de sua filosofia é a aplicação de sua teoria a diferentes formas de organização social, estabelecendo, por exemplo, que o Estado é uma extensão da vida mental.

> Agora fica por resolver a questão de como foram construídas as ferramentas primitivas e os utensílios e como isto se dá, ainda hoje, em alguma medida nos povos culturalmente mais atrasados. Para responder, devemos esclarecer brevemente algumas questões terminológicas. A palavra grega «órganon» mencionava em primeiro lugar um membro corporal, em seguida, sua imagem, o instrumento, e logo inclusive o material, a árvore ou madeira com que havia sido fabricado. O idioma alemão costuma trocar, ainda que somente em seu uso fisiológico, as expressões «órgão» e «instrumento», sem estabelecer diferença alguma

> entre «órgão da respiração» e «instrumento da respiração», por exemplo, enquanto que no terreno do mecânico fala unicamente de «instrumentos». Não cabe uma distinção precisa entre o «órgão da fisiologia» e o «instrumento da técnica». Do mesmo modo que na divisão interna do corpo denominamos órgãos aquelas formações que se ocupam de proporcionar nutrição e sustento, assim também àqueles sensores que medeiam as passagens entre exterior e interior na percepção das coisas corresponde a denominação de órgãos da estrutura externa, das extremidades (Kapp, 1877, p. 111).

Outro dos precursores da filosofia engenheiril da tecnologia é Peter K. Engelmeier. Ele utiliza o termo «filosofia da tecnologia» pela primeira vez em 1894, em um artigo publicado em um periódico alemão, no qual exige uma reflexão geral sistemática e uma aplicação social da atitude engenheiril para o mundo (Mitcham, 1994, p. 26).

Segundo Engelmeier, os tecnólogos e os engenheiros pensam que sua meta é elaborar produtos tecnológicos úteis. No entanto, esta é somente uma parte de sua tarefa profissional, visto que tecnólogos e engenheiros formam parte dos postos mais altos dentro do *status* social, transformando-se inclusive em homens de poder. Esta extensão das funções e da influência dos engenheiros e técnicos na vida social, conforme Engelmeier, não só pode considerar-se positiva, mas também uma conseqüência do enorme crescimento econômico da sociedade moderna e é um bom sinal para o futuro das sociedades.

Estabelece-se então a questão de se os técnicos e engenheiros modernos estão preparados para responder a estas novas demandas. Só depois de compreender as interações que se dão entre a tecnologia e a sociedade é que se pode responder a esta questão. Por tal motivo, sustenta este autor, é necessário investigar o que representa a tecnologia, quais são suas metas, que classe de métodos utiliza, quais são suas áreas vizinhas dentro da atividade humana que rodeiam a tecnologia, quais são suas relações com a ciência, a arte, a ética, etc. Neste sentido, Engelmeier aposta num trabalho interdisciplinar, em que técnicos, engenheiros e filósofos trabalhem em estreita colaboração com o objetivo de esclarecer o conceito de tecnologia, de forma que se possa evitar que o que escrevem os pensadores careça de rigor técnico, e que o que escrevem os engenheiros não tenha o suficiente rigor analítico.

> Os tecnólogos geralmente crêem que cumpriram com seu compromisso social quando elaboram produtos bons e baratos. Porém isso é só uma parte de sua tarefa profissional. Os tecnólogos bem preparados de hoje não se encontram somente nas fábricas. As estradas, os meios de transporte, a administração econômica, a urbana, etc. estão já sob a direção de engenheiros. Nossos colegas profissionais estão ascendendo ao mais

> alto da escala social; inclusive o engenheiro se converte ocasionalmente em homem de Estado. Não obstante, o tecnólogo tem que permanecer sempre como tecnólogo [...].
>
> Esta ampliação da profissão técnica parece ser não somente bem-vinda, mas também uma conseqüência necessária do enorme crescimento econômico da sociedade moderna, e é um bom sinal de sua futura evolução.
>
> A pergunta surge em torno de se o tecnólogo moderno está preparado para responder às novas demandas. Tal pergunta parece difícil de ser respondida afirmativamente, porque não somente inclui o manejo de nossa especialização no sentido de tecnologia prática, como também faz alusão a uma visão de grande alcance: as interações entre tecnologia e sociedade (Engelmeier, «Allgemeine fragen der technick», em *Dinglers Polytechnisches Journal,* 311, 2, 14 de janeiro de 1899, p. 21; citado por Mitcham, 1989a, pp. 32-33).

Engelmeier constrói assim um sistema filosófico em que tanto os aspectos sociais da tecnologia como as questões analíticas são elementos fundamentais na definição da tecnologia, da máquina, da criatividade tecnológica, da invenção, etc. Em um documento de 1911 (*A filosofia da tecnologia*), Engelmeier começa com uma descrição do que denomina o «império da tecnologia». Deste modo, com a criação da Associação Universal de Engenheiros na União Soviética em 1917, este autor começa a defender o que nos Estados Unidos havia sido transformado no movimento tecnocrático: a idéia de que os negócios e a sociedade deveriam transformar-se e gerir-se de acordo com os princípios tecnológicos (Mitcham, 1994, p. 28).

Em suma, Engelmeier se propôs como objetivo defender a necessidade de desenvolver um programa filosófico que abordasse a tarefa de definir o conceito de tecnologia, os princípios da tecnologia contemporânea, no qual se analisasse a tecnologia como um fenômeno biológico e antropológico. Esse programa filosófico estava também preocupado em analisar o papel da tecnologia na história da cultura, as relações entre a tecnologia e a cultura, a tecnologia e a ética, e a tecnologia frente a outros fatores sociais.

Outra das principais figuras no âmbito da filosofia engenheiril da tecnologia é Friedrich Dessauer, que foi doutor em filosofia natural, em medicina, em engenharia e em teologia. Trata-se de um autor que conhecia a tecnologia tanto internamente (por sua condição de engenheiro e de médico) como de fora dela (por ser filósofo e teólogo). Por este motivo, Dessauer propôs uma filosofia da tecnologia de índole «ecumênica». De fato, ainda que defendesse a filosofia com todo

o vigor que possuía, sempre estava aberto ao diálogo com aquelas pessoas não tão favoráveis à tecnologia, como os existencialistas, alguns teóricos sociais e teólogos.

Como assinala Mitcham (1994), pode-se resumir a filosofia da tecnologia de Dessauer através da comparação de sua obra com a dos filósofos da ciência, que se ocupavam de analisar a metodologia do conhecimento científico ou discutiam as implicações de determinadas teorias para a antropologia e a cosmologia. Segundo Dessauer, ambos enfoques estavam equivocados ao não reconhecer o poder do conhecimento técnico, que se havia transformado, no mundo moderno, em uma nova forma de existir para os seres humanos.

> Os filósofos de profissão citaram-se mutuamente, porém quase nunca aos autores procedentes da técnica. Tampouco pediram aos técnicos instrução, informação ou opinião. O tema permaneceu distante para eles, e, portanto, resultaram necessariamente erros e simplificações grotescas (Dessauer, 1956, p. 373).

Em 1926, publicou seu livro *Philosophie der Technik*, que teve uma grande difusão até que foi proibido pelo regime nacional-socialista. Em 1956, edita um novo livro: *Streit um die Technik* (Discussão sobre a Técnica). Não obstante, no prólogo do mesmo assinala que, na realidade, trata-se de uma reedição do livro de 1926. Este livro se apresenta como uma defesa da técnica em um momento em que se multiplicam os ataques contra ela.

O objetivo fundamental de Dessauer era oferecer uma análise kantiana das precondições transcendentais do poder tecnológico, assim como refletir sobre as implicações éticas de sua aplicação. Sustentava que teria que incluir uma quarta, nas três críticas Kantianas do conhecimento, da moral e da estética: a crítica da produção tecnológica (Mitcham, 1989a, p. 46). Na *Crítica da razão pura*, Kant tratava de buscar as condições do conhecimento, e defendia que este está necessariamente limitado ao mundo dos sentidos, ao mundo dos fenômenos, de forma que o conhecimento nunca pode chegar a conhecer as coisas-em-si-mesmas. A *Crítica da razão prática* e a *Crítica do juízo* mantêm a existência de uma realidade transcendental dos fenômenos como uma precondição para o exercício do dever moral e do sentido da beleza. Tomando como marco de referência estas teses kantianas, Dessauer defende que a produção, em especial sob a forma de invenção tecnológica, proporciona um contato positivo com as coisas-em-si-mesmas. A essência da tecnologia não se encontra nem na manufatura industrial (que simplesmente dá lugar à produção em massa de artefatos) nem nos produtos (que somente são consumidos por usuários), mas sim no ato de criação ou produção tecnológica (Mitcham, 1994, p. 31). Identifica a inspiração criativa do técnico e do artista com o objetivo de relacionar a engenharia com as humanidades.

Para Dessauer, a primeira característica dos objetos técnicos é sua vinculação com as leis naturais. Um microscópio, um avião, etc., funcionam sempre de maneira causal e mediante um processo que se baseia nas leis da natureza. Há uma harmonia entre a criação tecnológica e as leis da natureza. Então, segundo Dessauer, a natureza e os propósitos humanos são condições necessárias porém não suficientes para a existência da tecnologia. Diferentemente dos processos naturais, na produção técnica a finalidade é marcada pela imagem do objeto imaginada por seu criador humano. Neste sentido, o «trabalho interior do técnico» põe o inventor em contato com uma quarta realidade, a das soluções preestabelecidas para os problemas técnicos. Para Dessauer, está claro que o que não existe não pode ser descoberto. Os inventos técnicos são, pois, realizações das potencialidades ou dos entes possíveis, não criações do nada absoluto. Por tal motivo, o trabalho interior do engenheiro implica o contato com as coisas-em-si-mesmas transcendentais dos objetos técnicos. Conforme este autor, no processo de invenção de um artefato há dois fatos fundamentais: que a invenção, como artefato, não é algo que se encontre previamente no mundo da aparência, e que, quando esta faz sua aparição através do trabalho do engenheiro, o aparato realmente funciona. Portanto, a invenção como tal não é somente um sonho, mas surge a partir de um encontro cognitivo com a esfera das soluções preestabelecidas aos problemas técnicos.

> O homem, como ser que não acaba na natureza, constrói seu meio ambiente, sua esfera de percepção e de atuação por si mesmo. A natureza virgem oferece ao corpo humano o mesmo que aos animais, porém o homem amplia sem cessar seu meio ambiente em «percepção» e em «ação», construindo tudo aquilo que corresponde às capacidades e necessidades de sua alma, e que designamos com o termo genérico de civilização. Civilização é o que está mais além da natureza, superando o físico, o vegetal e o animal, e que procede do cuidado humano (Dessauer, 1956, p. 185).

2.5.2 A filosofia da tecnologia humanista

Ao contrário da tradição engenheiril em filosofia da tecnologia, a filosofia humanista da tecnologia presta uma maior atenção às relações externas da tecnologia com o mundo social, político, etc. A tecnologia não é um modelo a imitar e sim um tema para uma reflexão de índole mais externa, crítica e interpretativa.

A análise filosófica de Lewis Mumford se enquadra na tradição naturalista romântica norte-americana, que se estende desde Ralph Aldo Emerson até John Dewey. Esta tradição é mundana enquanto se preocupa pela ecologia ambiental, pela harmonia da vida urbana, pela preservação da natureza e pela sensibilidade para as formas orgânicas. E é romântica porque defende que a natureza material não é o ponto final da explicação da atividade orgânica, ao menos em sua forma humana. Para estes autores, a base da ação humana é a mente e a aspiração de auto-realização criativa (Mitcham, 1994, p. 40).

Em 1930, Mumford publicou um breve artigo onde defendia que as máquinas deveriam ser analisadas em termos de suas origens psicológicas e práticas, e avaliadas tanto em função de sua validade ética e estética como tecnológica (Mitcham, 1989a, p. 53). Em 1934, é editado seu livro clássico *Técnica e civilização*, onde trilha pelas mudanças que a máquina introduziu nas formas da civilização ocidental, e trata de explicar as origens psicológicas e culturais da tecnologia. Segundo Mumford, o desenvolvimento da máquina foi produzido em três ondas sucessivas, que vão desde os primeiros aparatos que se serviam do vento e da água (fase eotécnica), passando pelas máquinas que empregavam o carvão e o aço, entre 1750 e 1900 (fase paleotécnica), para terminar com as elétricas, compostas de diferentes ligas metálicas a partir de 1900 (fase neotécnica).

Mumford pensa que as máquinas impõem uma série de limitações aos homens fruto dos acidentes que têm acompanhado sua evolução, que surgem da rejeição do orgânico e do vivo. Portanto, se a máquina é uma projeção dos órgãos humanos, como defendem alguns filósofos na tradição engenheiril, é somente entendida como limitação.

Em sua obra *O mito da máquina*, Mumford tem como objetivo explicar as forças que têm determinado a tecnologia desde os tempos pré-históricos, e como estas configuraram o homem moderno. Ele não se limita a uma análise da sociedade moderna, mas vai às origens da cultura humana. Assim, por exemplo, rechaça a idéia do progresso humano como conseqüência do controle de ferramentas e do domínio da natureza. Demonstra como as ferramentas, em si mesmas, não podem desenvolver-se à margem da linguagem, da cultura e da organização social. Conforme este autor, há de se considerar o homem não *homo faber*, mas *homo sapiens*. A base da humanidade não é a manipulação, mas o pensamento, não são os instrumentos, mas as mentes. Ou melhor, para Mumford, a essência da humanidade não é a manipulação, mas a interpretação e o pensamento.

> Não podemos compreender o papel que as técnicas têm imposto ao desenvolvimento humano sem uma visão mais profunda da natureza histórica do homem. Contudo, esta visão esteve encoberta durante o último

> século, condicionada por um ambiente social no qual proliferou um grande número de novas invenções mecânicas, suprimindo os processos e instituições antigas, e modificando a concepção tradicional tanto das limitações humanas como das possibilidades técnicas (Mumford, 1967, p. 4).

A tecnologia não pode ser vista como a principal via de avanço da humanidade. Os avanços técnicos são importantes porque permitem ao homem utilizar e desenvolver toda sua capacidade, mas têm uma menor importância como instrumentos que facilitam, por exemplo, o controle da natureza. A criação da cultura simbólica através de linguagem é incomparavelmente mais importante para o desenvolvimento humano que a invenção de qualquer instrumento.

> Nesse processo de autodescoberta e autotransformação, as ferramentas são úteis como instrumentos auxiliares em sentido estrito, mas não podem ser consideradas como o agente principal do progresso humano. As técnicas, até a nossa época, nunca estiveram separadas da cultura na qual o homem, como homem, sempre se moveu. O termo grego «téchne» não distinguia entre a produção industrial e a criação artística e simbólica; e durante a maior parte da história humana ambos aspectos foram inseparáveis (Mumford, 1967, p. 9)

A partir destas considerações, Mumford classifica as tecnologias em dois grandes grupos: as *politécnicas* e as *monotécnicas*. As poli ou biotecnologias são as formas básicas de manipulação. Em princípio, segundo ele, as tecnologias estavam orientadas para a vida, mantendo uma estreita relação com a cultura. No entanto, as monotecnologias ou tecnologias autoritárias que se baseiam no conhecimento científico centram-se na expansão econômica, na superioridade militar, etc., e produzem eventualmente a destruição da cultura e da vida humana.

> O resultado é que as tecnologias monotécnicas, baseadas na inteligência científica e na produção quantitativa orientadas fundamentalmente para a expansão econômica, a satisfação material e a superioridade militar têm ocupado o lugar das tecnologias politécnicas, alicerçadas sobretudo, como na agricultura, nas necessidades, atitudes e interesses dos seres vivos (Mumford, 1970, p. 155).

O principal exemplo de monotecnologias é, sem dúvida alguma, a tecnologia moderna. Não obstante, Mumford defende que esta não surge durante a Revolução Industrial, mas remonta a muitos anos antes. Suas origens se encontram no que define como a «megamáquina»: o desenvolvimento de uma organização social rígida e hierárquica. Os primeiros exemplos de megamáquinas podem ser encontrados nos grandes exércitos da antigüidade ou nos grupos de trabalhadores das pirâmides do Egito ou da Grande Muralha da China. Certamente, a megamáquina pode oferecer importantes benefícios, mas sempre com o custo de desumanizar e limitar as aspirações e desejos dos seres humanos. Com a chegada da Revolução Industrial, a megamáquina tornou-se algo cotidiano. A conseqüência foi «o mito da máquina», ou a noção de que a megatecnologia é necessária e sempre benéfica (ver Mumford, 1970, cap. 10).

Outro autor destacado nesta tradição é José Ortega y Gasset. Ortega integra seus estudos da técnica dentro da corrente que ele mesmo definia como «raciovitalismo», que, como programa de investigação ontológica, permite-nos aceder a um marco de interpretação no qual os caracteres essenciais do fenômeno estudado – neste caso, a técnica – se expressa através de sua vinculação com a vida humana. O objetivo de Ortega é uma investigação de índole «transcendental», que busca estabelecer as características da técnica desde um *a priori* raciovital: o homem é um ser técnico, e o que se trata é de averiguar por que ele o é, atendendo para isso não a condições empíricas mas sim «históricovitais» (Martín Serrano, 1989, p. 119).

Através desse programa de investigação Ortega elabora uma perspectiva ontológica sobre a técnica, que complementa outros pontos de vista a partir dos quais tal fenômeno pode ser considerado. Esta visão ontológica é, sem dúvida, pioneira como modelo de indagação que, junto a idéias de Heidegger em torno deste mesmo tema, tem de ser tomado sem a ilusão como ponto de referência inevitável de toda especulação sobre o sentido da técnica e seu papel na vida humana.

Ortega concebe a técnica como uma série de atos específicos do homem realizados com o objetivo de satisfazer suas necessidades, modificando ou reformando a natureza, e fazendo com que haja nela algo que não havia. A técnica é vista como uma adaptação do sujeito ao meio. Ortega baseia sua filosofia da tecnologia na idéia de que a vida humana está intimamente relacionada com as circunstâncias. Então, não se trata de uma relação passiva, mas sim de uma resposta ativa: o homem cria essas mesmas circunstâncias.

Como assinala Mitcham (1994, p. 46), nesse processo de criatividade existem duas etapas. A primeira é a imaginação criativa de um projeto do mundo que o ser humano deseja conseguir, e a segunda é a realização material desse projeto. Deste modo, uma vez que a pessoa tenha imaginado e desenvolvido criativamente qual é o seu projeto, existem certos requisitos técnicos necessários para sua realização. Em função desta tese, Ortega defende que há tantas classes de técnicas quanto projetos humanos. Define também os seres humanos como *homo faber*. No entanto, cabe delimitar que aqui *faber* não se reduz à fabricação material, mas inclui também a criatividade espiritual.

Ortega divide a história da técnica em três etapas: as *técnicas do acaso*, as *técnicas do artesão* e as *técnicas dos engenheiros.* O modo como se descobrem os meios considerados oportunos para a realização de seu projeto pessoal se apresenta como o elemento diferenciador entre estes três tipos de técnicas. Assim, na primeira etapa Ortega defende que o acaso é o *técnico*, posto que é ele que proporciona o invento. Nela os atos técnicos quase não se diferenciam do conjunto dos atos naturais. Para o ser primitivo, fazer fogo é praticamente o mesmo que andar, nadar, golpear, etc. Na segunda etapa, o repertório dos atos técnicos desenvolveu-se consideravelmente, sendo então necessário que determinados homens se encarreguem deles e lhes dediquem sua vida: os artesãos. Somente na terceira etapa, com o estabelecimento do modo analítico associado ao nascimento da ciência moderna, é que surge a técnica ou tecnologia do engenheiro, e é precisamente nesse momento quando se pode falar propriamente de tecnologia (ver o capítulo «O que é a Sociedade?»).

> No meu entender, um princípio radical para periodizar a evolução da técnica é atender a relação existente entre o homem e sua técnica ou, dito de outro modo, a idéia que o homem foi tendo de sua técnica, não desta ou daquela determinada, mas sim da função técnica em geral [...].
>
> Partindo deste princípio podemos distinguir três enormes estágios na evolução da técnica:
>
> *a)* A técnica do acaso.
> *b)* A técnica do artesão.
> *c)* A técnica do técnico.
>
> A técnica que chamo do acaso, porque o acaso é nela o técnico, o que proporciona o invento, é a técnica primitiva do homem pré e proto-histórico e do atual selvagem [3] [...].
>
> Passemos ao segundo estágio: a técnica do artesão. É a técnica da velha Grécia, é a técnica da Roma pré-imperial e da Idade Média [...].
>
> Já assinalamos alguns dos caracteres do terceiro estágio. A este denominamos «a técnica do técnico». O homem adquire a consciência suficientemente clara de que possui uma certa capacidade completamente distinta das rígidas, imutáveis, que integram sua porção natural ou animal. Vê que a técnica não é um acaso, como no estágio primitivo, nem um certo tipo dado e limitado do homem – o artesão (Ortega y Gasset, 1982, pp. 75 e ss.).

[3] Esses escritos de Ortega y Gasset remontam à década de 1930, de modo que a idéia de «selvagem» deve ser tomada com o devido cuidado.

A aparição da tecnologia na terceira etapa leva inevitavelmente, segundo Ortega, ao desvanecimento da faculdade imaginativa. Na antigüidade, as pessoas eram totalmente conscientes das coisas que eram capazes de fazer, de suas limitações e restrições. Assim, depois de haver imaginado um determinado projeto, uma pessoa devia passar vários anos tentando resolver, por exemplo, os problemas técnicos necessários para a realização desse projeto. Na atualidade, conforme Ortega, as ilimitadas possibilidades que a tecnologia abre diante de nós e a facilidade de sua realização anulam o desafio dos projetos humanos e apagam o brilho da vontade individual (Mitcham, 1994, p. 48).

Outro tratamento filosófico clássico na tradição humanística é o realizado pelo filósofo alemão Martin Heidegger, que se propõe uma reflexão sobre a tecnologia em um sentido geral, com o objetivo de alcançar uma compreensão acerca da tecnologia moderna. Do mesmo modo que Ortega, ele aborda o tema da tecnologia desde a perspectiva da ontologia, delineando a reflexão sobre a tecnologia em estreita relação com a questão do ser. Heidegger pensa, inclusive, que a reflexão sobre a tecnologia pode ajudar a compreender a questão fundamental do ser.

Heidegger faz uma reflexão sobre a tecnologia em diferentes obras, sobretudo na que se intitula *A pergunta pela técnica* (1954). Nela, formula a questão: o que é a técnica? Duas são as respostas comuns: a técnica é um meio para certos fins, e a técnica é um quefazer do homem. Afirma que, se bem estas definições são corretas, não dão conta do mais característico da técnica. Estas definições não mostram a essência da técnica e, precisamente, a ele lhe interessa a pergunta pela essência do que é a tecnologia. A tecnologia é um desocultar, um trazer à luz, um produzir com características particulares. A tecnologia é uma classe de revelação que transforma e desafia a natureza para gerar uma classe de energia que pode ser armazenada de forma independente e ser transmitida posteriormente.

Isto não acontecia com a técnica antiga. Por exemplo, as pás do moinho de vento estavam abandonadas ao movimento deste e desenvolviam um trabalho mas não abriam as energias da corrente de ar para armazená-las. O trabalho do camponês não agredia o campo, ao contrário, ele o cultivava e cuidava dele, esperando que crescesse o trigo e produzisse o grão. Segundo Heidegger, hoje em dia se provoca o ar para que proporcione nitrogênio; o cultivo do campo converteu-se em indústria alimentícia; o solo é provocado para que forneça mineral, por exemplo urânio; e este é provocado, por sua vez, para que proporcione energia atômica que pode ser usada para a destruição ou para utilidades e fins pacíficos. Quer dizer, na técnica moderna se dá um constante solicitar, um provocar. A tecnologia moderna desafia a natureza. Enquanto que o moinho de vento se mantém em uma estreita e respeitosa relação com o meio ambiente (por exemplo,

depende da terra de um modo que a tecnologia moderna não necessita; os moinhos somente transmitem energia através do movimento, de forma que se o vento não sopra não se pode fazer nada), a central elétrica poucas vezes se ajusta ou complementa a natureza (não só contamina o meio ambiente mas também sua localização vem determinada pelas necessidades urbanas e não pelas características da paisagem, como no caso dos moinhos tradicionais). Além disso, as tecnologias modernas têm uma forma interna que é refém de cálculos estruturais, de modo que exibem sempre o mesmo caráter seja qual for o lugar onde se instalem, à margem das características da paisagem.

Um último autor que vamos mencionar brevemente nesta tradição é o filósofo francês Jacques Ellul. Para Ellul, a tecnologia é o fenômeno mais importante do mundo moderno. Assim, defende que o capital já não é o motor da sociedade tal como sucedia no passado; agora é a tecnologia a força motriz da sociedade, que define como a totalidade dos métodos aos quais a racionalidade chegou e a eficácia absoluta em todos os campos da atividade humana. O objetivo de Ellul em sua obra clássica de 1954 – *La Technique* – é estudar a tecnologia do mesmo modo que Marx estudou o capitalismo um século antes.

Ellul distingue entre o que denomina operações tecnológicas e fenômeno tecnológico. As *operações tecnológicas* são múltiplas, tradicionais e determinadas pelos aspectos contextuais. O *fenômeno tecnológico* (ou a tecnologia) é único e define o marco que determina o modo exclusivo de fazer e utilizar os artefatos, de forma que estes sejam capazes de dominar outras formas da atividade humana. A distinção entre operações tecnológicas e fenômeno tecnológico é similar à distinção mumfordiana entre as tecnologias biotécnicas e as monotécnicas. Do mesmo modo, resgata a classificação de Ortega na medida em que as tecnologias do acaso e as tecnologias do artesão são, de certo modo, operações tecnológicas.

Discussão histórico-filosófica sobre a questão ética. O comitê «Humanidade e Tecnologia» da Associação de Engenheiros Alemães

Um dos intentos mais frutíferos para superar a dicotomia entre a tradição engenheiril e a tradição humanista na filosofia da tecnologia se encontra na aposta da Associação de Engenheiros Alemães (Verein Deutscher Ingenieure – VDI).

A Associação de Engenheiros Alemães foi fundada no ano de 1856, desempenhando desde seu início um papel protagonista na articulação e promoção da filosofia da tecnologia na Alemanha. O objetivo da VDI foi pôr fim à «demonização» da tecnologia e, por este motivo, tratou de recuperar e promover o prestígio da tecnologia. Assim, por exemplo, em 1909, criou um boletim informativo que, depois de vários títulos, foi denominado *Técnica e Cultura*. Esta publicação nasceu com a tarefa de refletir acerca da dimensão cultural da tecnologia. A VDI deixou de publicar o boletim durante o regime nacional-socialista, depois que este tentou em vão aproximar a associação dos seus pontos de vista.

Após a Segunda Guerra Mundial, a tradição engenheiril da filosofia da tecnologia experimentou um importante crescimento, devido em grande parte ao sentimento de responsabilidade pelo papel que os engenheiros haviam desempenhado durante a guerra. Como resume o engenheiro Albert Speer em sua memória, *Dentro do Terceiro Reich*:

> Deslumbrado com as possibilidades da tecnologia, dediquei meus anos mais importantes a servi-la. Porém ao final meus sentimentos sobre a tecnologia são muito cépticos (Speer 1970, p. 619, citado por Mitcham, 1994, p. 66).

Para abordar o tema da responsabilidade dos engenheiros, os membros da VDI começaram a reunir-se de maneira sistemática e, em 1947, foi reinstituída a Associação com uma conferência inaugural na qual foi abordado o tema dos aspectos éticos e culturais da tecnologia. Durante a década de 50, engenheiros e filósofos alemães se reuniram com a finalidade de analisar os desafios que a Segunda Guerra Mundial havia imposto aos primeiros, para discutir sobre os possíveis desenvolvimentos futuros da tecnologia. Entre os temas abordados nessas reuniões destacam-se, por exemplo, a responsabilidade dos engenheiros, o ser humano e o trabalho na era tecnológica, a mudança da humanidade como conseqüência da tecnologia, e o ser humano no âmbito da tecnologia.

Em 1950, quase cem anos depois de sua fundação, a VDI criou o comitê «Homem e Técnica», que nascia com a tarefa de analisar o papel do engenheiro em sua profissão e na sociedade em geral. Esse comitê se dividiu em vários subcomitês: «Pedagogia e Tecnologia», «Religião e Tecnologia», «Linguagem e Tecnologia», «Sociologia e Tecnologia» e, finalmente, «Filosofia e Tecnologia». Filósofos da tecnologia alemã de reconhecido prestígio, como Hans Lenk, Simon Moser, Friedrich Rapp, Günter Ropohl, dentre outros, participaram intensamente desde as primeiras sessões nestes subcomitês (Mitcham, 1994, pp. 66-67).

Graças ao debate estimulado pela VDI, Lenk, Moser, Rapp, Ropohl, dentre outros, desenvolveram um novo enfoque dentro da filosofia da tecnologia. Para estes autores, a tarefa da filosofia da tecnologia era desenvolver uma análise

sistemática das atividades tecnológicas, que tornasse possível a aproximação dos políticos e do público ao trabalho dos engenheiros através da explicação desse tipo de atividade. A filosofia da tecnologia devia propor também medidas éticas para a evolução da própria tecnologia. Finalmente, como assinala I. Hronzsky, a filosofia da tecnologia devia conduzir a uma alfabetização tecnológica do público, e a um impulso da dimensão ética da tecnologia para promover certa consciência ética acerca do desenvolvimento tecnológico (Hronzsky, 1998, p. 101). Em sua obra *Para uma filosofia da tecnologia interdisciplinar e pragmática: A tecnologia como o centro de uma reflexão interdisciplinar e uma investigação sistemática*, Hans Lenk e Günter Ropohl (1979) sustentavam que os problemas do mundo tecnológico, dado seu caráter multidimensional, só podem ser abordados com alguma possibilidade de êxito partindo do pressuposto de uma participação ativa dos generalistas das ciências sociais e dos *universalistas* da filosofia; e resolvidos de forma adequada contando com a contribuição dos especialistas em engenharia. Para estes autores se faz necessária uma cooperação efetiva entre engenheiros e filósofos que se estenda pelos obsoletos departamentos e rompa com as fronteiras acadêmicas.

Um dos projetos iniciais do comitê «Humanidade e Tecnologia» foi a avaliação crítica das diferentes interpretações da tecnologia. Este trabalho analítico gerou uma série de artigos publicados em sua *VDI-Nachrichten* (seu jornal semanal), compilados nos volumes anuais da Associação. Durante os anos 60, a Associação realizou seu trabalho através de subcomitês e mediante relatórios ocasionais; entretanto, a partir de 1967, instituiu o «dia dos engenheiros»: um congresso bianual em que se discutiam temas relevantes. Em 1970, organizou um congresso em Ludwigshafen sobre as conseqüências econômicas e sociais do progresso tecnológico, que recebeu uma extensa cobertura por parte dos meios de comunicação (Mitcham, 1994, p. 71).

Durante os anos 70 e 80, a ética engenheiril, e em especial os códigos éticos dos engenheiros, converteram-se em temas centrais para a VDI. Desde princípios da década de 70, a Associação realizou um considerável esforço para alcançar uma compreensão adequada do que é e como se deveria realizar a avaliação de tecnologias e a ética dos engenheiros. Um grupo de trabalho da VDI, entre cujos membros se destacam Lenk, Ropohl, Huning e Rapp, elaborou o *Guia da VDI*, onde se formula um código composto de oito valores que tratam de conciliar princípios engenheiris, econômicos e éticos, e onde se recomenda aos engenheiros que se orientem por eles.

Leitura complementar

MITCHAM, C. (1989a): *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona, Anthropos.

2.6 Avaliação de tecnologias

Os anos 60 e 70 constituem uma referência obrigatória quando se trata de entender de forma contextualizada quaisquer temas relacionados com a regulação pública da tecnologia. Essas décadas são as de uma acumulação de catástrofes relacionadas com a tecnologia, e nas quais se desenvolvem ativos movimentos sociais contra-culturais que fazem da tecnologia o alvo de suas críticas, difundindo-se uma atitude de suspeita entre a opinião pública a respeito da inovação tecnológica e da intervenção ambiental (a chamada «síndrome de Frankenstein»). Mas é também a época em que começa a transformar-se a política de «cheque em branco e mãos livres para os cientistas», em uma nova política mais intervencionista, onde os poderes públicos desenvolvem e aplicam uma série de instrumentos técnicos, administrativos e legislativos para o processamento do desenvolvimento científico-tecnológico e a supervisão de seus efeitos sobre a natureza e a sociedade.

Institucionalização da Avaliação de Tecnologias (AT)

Finais de 1960 e princípios de 1970 são os anos da criação da *Environmental Protection Agency* (EPA – Agência de Proteção Ambiental) e do *Office of Technology Assessment* (OTA – Escritório de Avaliação de Tecnologias), ambas nos Estados Unidos, iniciativas pioneiras do novo modelo político de gestão, às que se seguiram outras muitas, nos Estados Unidos da América do Norte e em outros países. A EPA foi criada em 1969, como agência do governo federal, com o propósito de antecipar, regular e corrigir os impactos ambientais negativos dos novos produtos científico-tecnológicos. Pouco tempo depois de sua criação, proibirá o DDT, já denunciado em 1962 por Raquel Carson em *Silent Spring*. A OTA, embora tenha sido dissolvida em meados da década de 90 devido à redução de gastos públicos promovido pela maioria republicana do Congresso, marca desde sua criação o padrão internacional com respeito à avaliação de tecnologias. Seu âmbito de trabalho constava de três divisões principais: *1)* energia, materiais e segurança internacional; *2)* ciências da vida e da saúde, e *3)* ciência, informação e recursos naturais. A execução da avaliação era realizada mediante contratos de pesquisa com instituições externas. Os relatórios, estudos e testemunhos elaborados pela OTA eram finalmente remetidos ao Congresso, que, fundamentado nesta informação, tratava de identificar opções políticas alternativas e antecipar desenvolvimentos de importância (González García, López Cerezo e Luján López, 1996; Petrella, 1994).

Entre as mais importantes iniciativas desenvolvidas e ensaiadas desde os finais da década de 60 encontram-se os instrumentos e mecanismos de avaliação de tecnologias (AT) e de avaliação de impacto ambiental (AIA). Outro âmbito importante de inovação nas políticas públicas sobre ciência e tecnologia concerne à gestão das

mesmas e a abertura dos procedimentos de tomada de decisão sob o escrutínio social e a participação pública (ver a este respeito o capítulo «O que é Ciência, Tecnologia e Sociedade?»).

O modelo clássico de avaliação de tecnologias

Neste contexto histórico e institucional se desenvolve o modelo clássico de avaliação de tecnologias (AT). De acordo com uma versão refinada desse modelo, a avaliação de tecnologias é entendida como um conjunto de métodos para analisar os diversos impactos da aplicação de tecnologias, identificando os grupos sociais afetados e estudando os efeitos de possíveis tecnologias alternativas. Seu objetivo último consiste em tratar de reduzir os efeitos negativos de tecnologias, otimizando os efeitos positivos e contribuindo para a sua aceitação pública (veja-se Sanmartín e Ortí, 1992; Shrader-Frechette, 1985b e 1985c; Westrum, 1991).

Fases da AT

1) *Identificação de impactos*: estudando a interação entre tecnologias e contextos sociais. Distinguem-se impactos diretos e indiretos, assim como diversos tipos de impacto ambiental, psicológico, institucional/político, social, tecnológico, legal e econômico.

2) *Análise de impactos:* determinando a probabilidade, severidade e tempo de difusão dos impactos identificados, os grupos afetados e sua resposta provável, bem como a magnitude previsível dos impactos indiretos. Existem diversos tipos de análise: custo-benefício, modelos de simulação, métodos *delphi* de sondagem de opinião especializada, etc.

3) *Valoração de impactos:* trata-se aqui de determinar a aceitabilidade dos impactos analisados à luz de valores dados. Por exemplo, na valoração de riscos são utilizados normalmente um ou mais dos seguintes métodos: preferências reveladas (estimação de preferências através de indicadores), preferências expressadas (via sondagem), padrões naturais (comparação com riscos ou impactos naturais normalmente aceitos), etc.

4) *Análise de gestão:* nesta última fase trata-se de fornecer assessoramento para a tomada de decisões em política científico-tecnológica.

As avaliações ou análises de impacto ambiental, por sua vez, constituem na atualidade uma classe de aplicação das técnicas de AT, normalmente o estudo das conseqüências ambientais da execução de um projeto ou implantação de uma tecnologia num contexto regional e a curto ou médio prazo (González García, López Cerezo e Luján, 1996; Wathern, 1987).

Impactos indiretos

Uma das questões mais delicadas e importantes da análise de impactos na AT é a identificação de impactos indiretos de enésima ordem. Um exemplo clássico interessante de J. Coates (1971), sobre as conseqüências da televisão, pode mostrar a importância desta questão:

- *Primeira ordem:* nova fonte de entretenimento e diversão nos lares.
- *Segunda ordem:* mais tempo em casa, deixa-se de ir a cafés e bares onde se viam os amigos.
- *Terceira ordem:* os residentes de uma comunidade já não se encontram com tanta freqüência e deixa-se de depender dos demais para o tempo de lazer.
- *Quarta ordem:* os membros de uma comunidade começam a ser estranhos entre si; aparecem dificuldades para tratar os problemas comuns; as pessoas começam a sentir maior solidão.
- *Quinta ordem:* isolados dos vizinhos, os membros das famílias começam a depender mais uns dos outros para a satisfação de suas necessidades psicológicas.
- *Sexta ordem:* As fortes demandas psicológicas dos companheiros geram frustrações quando não se cumprem as expectativas; a separação e o divórcio crescem.

A análise da relação custo-benefício, com ou sem estimação de riscos prováveis relacionados com custos, é a técnica mais usada em AT e AIA, tanto na empresa privada como no âmbito da administração pública. A finalidade de tal análise é determinar se o balanço custo-benefício é ou não favorável a um determinado projeto, para tomar decisões sobre localização de recursos sobre esta base. A preponderância das considerações econômicas neste tipo de análise, e a arbitrariedade nos valores de multas por ações negativas (como a poluição ou a destruição de uma espécie), quando simplesmente não se omitem, tem dado lugar a críticas bem conhecidas (ver, por exemplo, Kevles, 1992; Shrader-Frechette, 1985b).

Um exemplo de aplicação da análise custo-benefício para justificar o uso da energia nuclear com o fim de obter energia elétrica mais barata, a partir de pressupostos éticos discutíveis, é o que nos apresenta Shrader-Frechette (1980). Em princípio, a política de radiação se sustenta em um pressuposto ético básico: os benefícios econômicos e tecnológicos obtidos pelo uso da energia nuclear legitimam que se disperse algo de radioatividade no ambiente ainda que considerando os possíveis prejuízos genéticos e cancerígenos que derivam dele. Esta situação sustenta-se em considerações como as seguintes:

- *Princípio de utilidade*. Postula como fim moral maximizar o bem para a humanidade em sua totalidade, mesmo sob violações de

eqüidade e justiça. Essa política permite despojar as minorias de seus direitos para servir ao bem da maioria, à utilidade geral.

- *Violação da igualdade de direitos.* As crianças estariam pagando muito mais que as demais pessoas os efeitos do desenvolvimento tecnológico da energia nuclear, já que é mais grave a exposição de crianças a pequenas quantidades de radiação (por cada *rad* de radiação há uma probabilidade três a seis vezes maior de que as crianças contraiam câncer).

- *Confusão entre o que é normal e o que é moral.* Está na suposição de que tudo o que é normal, por exemplo a morte por radiação, é moral, confundindo que todo o normal, que não é nem bom nem ruim por si mesmo, nem sempre é moral.

- *Os produtores de usinas nucleares devem ser os responsáveis por seu controle.* Essa prática viola evidentemente os princípios de jogo limpo e de desinteresse. Também este princípio facilitou que a sanção e a compensação dependam que se prove que tais acidentes não foram «intencionais», e que produziram efeitos observáveis para a saúde; não se pode esquecer que os cânceres induzidos por radiação podem ter um período de latência até mesmo de quarenta anos; portanto, é improvável que sejam observáveis imediatamente.

Embora sendo conscientes de limitações como as assinaladas por Shrader-Frechette, deve-se reconhecer uma relevância social potencial para a AT. Um efeito indireto positivo, que resultaria em contar com resultados avaliativos do tipo descrito na gestão de políticas científico-tecnológicas, consistiria em favorecer uma interação menos problemática entre tecnologia-natureza-sociedade e, assim, favorecer a viabilidade de uma tecnologia dada (Sanmartín e Ortí, 1992; González García, López Cerezo e Luján, 1996).

Como propõem Sanmartín e Angel Ortí (1992), adaptando uma proposta de Kathi E. Hanna (1987), a redução de impactos negativos pode ser conseguida levando-se em consideração os relatórios avaliativos por parte do parlamento, do executivo (governo, ministérios), dos grupos de interesse, da indústria, etc. Além disso, numa visão ampliada dessa potencial utilidade social, cabe também considerar os cientistas, a opinião pública e, em geral, a participação cidadã.

Leitura complementar

SANMARTÍN, J. e outros (eds.) (1992): *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona, Anthropos.

2.6.2 Modelos gerais de avaliação de tecnologias

Gotthard Bechmann (1993) estabelece três projetos básicos de AT:

- A *avaliação instrumental* consiste em utilizar a maior quantidade de conhecimento científico disponível com o fim de proporcionar informação para as decisões políticas sobre ciência e tecnologia.

- A *avaliação elitista* pretende canalizar a discussão política e pública a respeito das tecnologias tendo em conta as opiniões de destacados cientistas.

- A *avaliação participativa* propõe que, tomando como pano de fundo os conflitos sociais gerados pela inovação, seja analisada a informação fática sobre a tecnologia em questão, assim como a concernente aos interesses e aos grupos sociais implicados em seu desenvolvimento. Sobre esta base pode-se introduzir o modelo chamado de «avaliação construtiva de tecnologias» (ACT), em contraste com o modelo clássico de AT.

— *Avaliação clássica de tecnologias.* Tem um caráter instrumental ou elitista: está centrada na regulação dos produtos da atividade tecnológica; é um modelo baseado na avaliação de impactos, e tem uma orientação econômica e probabilística.

— *Avaliação construtiva de tecnologias.* Tem um caráter participativo; é centrada no processo de geração ou «construção» das tecnologias; é um modelo antecipatório; tem orientação interdisciplinar e compreensiva. Trata-se, em geral, de refletir no processo avaliativo a diversidade de valores e interesses presentes na percepção de um problema técnico e no projeto de linhas de ação.

A ACT supõe uma clara melhoria da avaliação clássica e deriva da aplicação dos resultados de pesquisa CTS da década de 70, e especialmente nos anos 80. Esse enfoque da ACT teve, ademais, uma notável consolidação institucional na Organização Holandesa de Avaliação de Tecnologias (NOTA), fundada em 1987, onde este modelo foi aplicado com êxito em projetos sobre tecnologias limpas, telecomunicações, biotecnologia e outros.

2.6.3 O modelo de Avaliação Construtiva de Tecnologias (ACT)

As diferenças entre a AT clássica e a ACT, esquematizadas acima, são muito claras. O modelo clássico, na crítica de B. Wynne (1995), concebe as trajetórias tecnológicas como fatos objetivos, onde a AT deve aplicar o conhecimento científico para descobrir impactos negativos de enésima ordem, de modo que administrador e político possam dispor os ajustes legais e sociais necessários. Ao contrário, na ACT trata-se de uma mudança de 180 graus: propor mudanças legais e sociais para antecipar e prevenir os impactos negativos.

Na ACT a avaliação é entendida como uma interposição entre os processos de inovação e da avaliação clássica de impactos, como uma intervenção corretiva sobre tecnologias emergentes que trata de modificar o ambiente social de seleção das mesmas com o fim de modular sua evolução e a gama e tipo de seus impactos.

A chave do modelo da ACT, portanto, é a reconceituação da dinâmica da tecnologia. Nesta nova visão da natureza e dinâmica das tecnologias, as trajetórias tecnológicas são entendidas como processos multidirecionais de variação e seleção, onde a geração de variação e o ambiente de seleção dependem de entornos socialmente constituídos. Denomina-se «quase-evolutiva» porque, diferentemente da evolução biológica, a produção de variação não é cega e o ambiente não é imodificável (veja-se o programa SCOT no capítulo «O que é Ciência, Tecnologia e Sociedade?»).

Hipóteses da ACT

Ao considerar as trajetórias tecnológicas como processos multidirecionais de variação e seleção, as seguintes hipóteses constituem a base teórica da ACT, de acordo com M. Callon (1995, pp. 307 e 308):

1) O desenvolvimento tecnológico resulta de um grande número de decisões tomadas por atores heterogêneos. Os atores mais óbvios são os cientistas e engenheiros diretamente envolvidos, ainda que, também, de um modo crescente, estes atores incluam os usuários reais ou potenciais, os empresários e o mundo financeiro, e todos os níveis do governo. Estes atores negociam as opções técnicas e, em alguns casos (depois talvez de uma longa série de aproximações sucessivas), alcançam compromissos mutuamente satisfatórios.

2) As opções tecnológicas não podem ser reduzidas à sua dimensão estritamente técnica. As tecnologias têm um caráter inerentemente social. Disto se deduz que a valoração das opções tecnológicas deva ser um tema de debate político.

3) As decisões tecnológicas produzem situações irreversíveis, que resultam do desaparecimento gradual das margens de escolha disponíveis. À medida que transcorre o tempo, as escolhas adotadas estão cada vez mais predeterminadas pelas decisões tomadas anteriormente.

Com relação às iniciativas práticas para levar a cabo uma ACT, e para fazer frente às hipóteses antes mencionadas, destacam-se a organização de conferências estratégicas nos Países Baixos e os congressos análogos na Dinamarca e outros países (González García, López Cerezo e Luján, 1996). O modelo holandês serviu de base para algumas propostas e experiências de avaliação construtiva de impacto ambiental na Espanha. As fases destas experiências, normalmente focalizadas em conflitos sociais relacionados com a inovação tecnológica ou a intervenção ambiental, são normalmente as seguintes:

- Identificação do conflito e elaboração de um mapa sociotécnico dos diversos atores implicados.
- Estudo avaliativo de impactos (identificação, análise e valoração de alternativas) de caráter compreensivo e interdisciplinar, incluindo a consideração de conhecimento especializado e local alternativo (proporcionado por atores específicos).
- Organização de conferências estratégicas: informação prévia por separação dos grupos de interesse e convocação de conferências regulares com representantes de tais grupos.
- Relatório final (sobre a base do estudo e das conferências) e disseminação de resultados.

2.6.3.1 *A educação como cenário para o aprendizado social da ACT*

A ACT supõe uma aposta a favor da regulação democrática da inovação tecnológica. Isto implica a conveniência de uma aprendizagem social, já que a participação pública dos atores sociais envolvidos em um desenvolvimento tecnológico pressupõe alguns hábitos sobre a análise de tecnologias que podem e devem ser adquiridos nas instituições educacionais. Assim, as instituições educacionais, como ante-sala e fazendo o papel de laboratório da participação social efetiva, podem servir para simular processos de avaliação de tecnologias socialmente contextualizadas, tendo em conta as seguintes considerações:

- Nos espaços educacionais é viável e desejável a simulação do diálogo entre os atores envolvidos.
- A avaliação simulada de tecnologias permite que esta possa estabelecer-se como um processo contínuo.
- A conexão entre as tecnologias existentes e as novas pode ser analisada educacionalmente para expor publicamente as implicações do entrincheiramento tecnológico.

- A aprendizagem da avaliação tecnológica através de simulações educativas dispõe aos cidadãos os instrumentos para identificar e antecipar as conseqüências sociais, culturais, ambientais e políticas das inovações tecnológicas reais.
- É óbvio que o melhor cenário para a aprendizagem social, no que diz respeito às conseqüências das tecnologias, deve ser o educacional, porque é este que permite adquirir hábitos da participação pública em seu controle antes que tal participação já não seja possível.

Por isso, as simulações educacionais de situações nas quais a inovação tecnológica leva a implicações sociais controversas são solidárias com uma idéia de educação (e da educação tecnocientífica) que não se limite à aquisição de rotinas ou esquemas rígidos de caráter predominantemente conceitual. Tais simulações poderiam consistir no estabelecimento de controvérsias públicas no entorno imediato da escola, que teriam sua origem na implantação ou desenvolvimento de algum processo tecnológico que gere incertezas acerca das suas implicações sociais. Estabelecida a natureza do problema de inovação tecnológica que afeta este entorno social, cabe simular a articulação da rede de atores que protagonizariam a controvérsia e que se confrontariam com interesses valorativos diversos. Cada um dos atores sociais recorreria aos dados tecnocientíficos para legitimar sua postura, e apresentaria sua prospectiva sobre as implicações sociais do desenvolvimento tecnológico que se teria estabelecido.

Os alunos poderiam simular por equipes as posições dos atores e estabelecer a «avaliação tecnológica» desde o ponto de vista dos interesses de cada protagonista da controvérsia. Deste modo, poder-se-iam configurar posições que previsivelmente existiriam se a polêmica fosse real, e que seguramente estariam resumidas nos quatro tipos de atores indicados (ainda que seguramente o papel dos «especialistas» acabasse desdobrando-se em diferentes coletivos tecnocientíficos, que aportariam informações legitimadoras das demais posturas na controvérsia).

Para a configuração da rede de atores simulada cabe estabelecer alguns perfis genéricos das atitudes sociais mais freqüentemente presentes nesse tipo de controvérsias. Assim, poderiam caracterizar-se em termos gerais quatro tipos de atores:

1) Atores interessados ou favorecidos pela implantação da tecnologia de que se trate (por exemplo empresários, sindicatos, usuários, etc.).

2) Atores críticos ou abertamente contrários ao desenvolvimento tecnológico que motiva a controvérsia (coletivos ecologistas, associações de consumidores, etc.).

3) Especialistas tecnocientíficos dos quais se demanda assessoramento para a avaliação dessa tecnologia (instituições de pesquisa ou avaliação sobre o tema, etc.).

4) Mediadores com capacidade para o seguimento e a ampliação pública da controvérsia (meios de comunicação) ou instâncias com responsabilidade pública na tomada de decisões sobre a implantação dessa tecnologia (administração, conselho escolar, etc.).

A discussão pública, o intercâmbio dialógico e a confrontação de dados, informações, argumentos e prospectivas que cada equipe de estudantes poderia preparar na situação escolhida serviriam para encenar uma possível avaliação construtiva de um desenvolvimento tecnológico.

2.7 Apontamentos sobre o movimento ludita

Em seu livro *Rebeldes contra o futuro*, Kilpatrick Sale (1996) defende que há muito o que aprender do movimento ludita do século XIX sobre oposição à mudança tecnológica. Segundo Sale, podemos aprender muito dos luditas, embora sejam tão distantes e tão diferentes de nós, como também distante e diferente era sua época da nossa. Nossa sociedade está enraizada no desenvolvimento da Revolução Industrial, a qual os luditas se opuseram tão energicamente. Neste sentido, mudaram as máquinas, mas a base para o surgimento de qualquer tipo de máquina (seus teares e nossos computadores, seus trens a vapor e nossos trens de alta velocidade), isto é, o sistema industrial, não mudou excessivamente.

O movimento ludita, que operou entre 1811 e 1816, foi um movimento cuidadosamente organizado e disciplinado, o que lhe proporcionou uma alta efetividade em seus ataques, causando importantes danos. Tratava-se de um movimento com suficiente apoio popular, de forma que os luditas puderam atuar no anonimato, apesar das ameaças oficiais e das grandes recompensas oferecidas a todo aquele que desse informação sobre eles. Tudo isso nos permite entrever que os luditas eram unicamente a parte visível de uma insurreição mais ampla. Entre 1811 e 1816, ergueu-se um amplo apoio aos trabalhadores que se ressentiam amargamente das novas reduções salariais, da exploração infantil, da supressão das leis e costumes que em uma época haviam protegido os trabalhadores qualificados. Seu descontentamento se expressou mediante a destruição de máquinas, a maioria da indústria têxtil. Desde então, o termo «ludita» passou a significar uma oposição radical à tecnologia.

Concretamente, Sale sustenta que há algumas lições que podemos aprender do movimento ludita do século XIX:

- *As tecnologias não são neutras e, ainda que algumas sejam benéficas, também há outras prejudiciais.* Na opinião de Sale, os luditas nos ensinaram que as máquinas não são neutras: são construídas, na maioria dos casos, valorizando somente fatores de caráter econômico que correspondem aos interesses de uns poucos, enquanto costumam ser marginalizados, por serem considerados irrelevantes, os aspectos sociais, culturais e do meio ambiente. Portanto, a tecnologia não é neutra, como sustentam muitos tecnófilos. De fato, não podemos ver as tecnologias como um conjunto de ferramentas ou dispositivos, de maior ou menor complexidade, que podem ser utilizados para o bem ou para o mal. Muito pelo contrário, as tecnologias expressam valores e ideologias das sociedades e dos grupos que as geram. Desta forma, uma cultura triunfalista e violenta é a base para produzir ferramentas triunfalistas e violentas. Por exemplo, quando o industrialismo americano transformou a agricultura depois da Segunda Guerra Mundial, o fez com tudo aquilo que havia aprendido no campo de batalha: utilizando tratores projetados tomando como base os tanques de guerra; pulverizadores aéreos utilizando os aviões de guerra; pesticidas e herbicidas desenvolvidos a partir das bombas químicas...

- *O industrialismo é sempre um processo de cataclismo.* Destrói o passado, questiona o presente e torna o futuro incerto. Forma parte do *ethos* do sistema industrial valorizar o desenvolvimento e a produção, a velocidade e a novidade, o poder e a manipulação, que são a base das mudanças contínuas, rápidas e subversivas. E tudo isso sob o prisma de uma análise da relação custo/benefício fundamentalmente economicista e alheia a questões culturais, sociais ou ambientais. Quer dizer, sob um critério quantitativo que, no geral, termina derivando em uma injusta divisão de custo/benefício. Quaisquer que sejam os benefícios que o industrialismo possa introduzir, a juízo dos luditas, os problemas são ainda maiores. E as conseqüências podem ser bastante mais profundas quando as normas da sociedade industrial substituem costumes e hábitos do passado. Existem muitos estudos que trataram o tema das conseqüências do industrialismo na sociedade e em seus costumes. Nesta linha, uma antropóloga americana, Helena Norberg, destaca como a introdução de um aparentemente «inocente» transistor em Ladakhi, num povo do noroeste da Índia, teve como conseqüência que num breve período de tempo as pessoas não se sentassem ao redor dos fogos para cantar as velhas canções do povo, compartilhar suas histórias... e, com isso, veio abaixo toda a base do sistema educativo desse povo. Desde a perspectiva do ludismo, as ferramentas não estão integradas na cultura, mas sim a atacam, tanto quanto caminham no sentido de converter-se na cultura.

- *Uma resistência ao sistema industrial, baseada na força de alguns princípios morais, não só é possível, mas é necessária.* Esta é a terceira lição que, a juízo de Sale, podemos aproveitar do ludismo do século XIX. Provavelmente, nenhuma imagem emerge com maior clareza da história dos luditas que aquela que reconhece sua ousadia, sua valentia e sua boa vontade. É certo que, num sentido geral, os luditas não tiveram êxito, nem a curto prazo, em seus intentos por deter o desenvolvimento da máquina, nem a longo prazo, em seu objetivo de parar a Revolução Industrial e suas múltiplas misérias. Em qualquer caso, o que importa do ponto de vista da história é que eles são lembrados por haverem-se oposto, não por terem ganho. Alguns, na atualidade, podem dizer que a luta dos luditas do século XIX foi ingênua, cega e sem sentido. Conforme Sale, foi autêntica. O sentimento ludita calou profundamente em muitos homens e se estendeu ao longo do desenvolvimento do industrialismo pela maioria dos países. O que permanece no fundo dessa história é que a luta dos luditas supôs um desafio moral contra os princípios que a nova tecnologia tratava de impor, princípios de caráter fundamentalmente econômico que atentavam contra aqueles princípios e costumes tradicionais que tinham regido a vida que eles – os luditas – haviam conhecido até então.

- *Politicamente, a resistência ao industrialismo deve forçar não só «o questionamento da máquina» mas a viabilidade da sociedade industrial, promovendo-se um debate público.* Esta é uma lição muito importante que podemos aprender do movimento ludita. Certamente, se a longo prazo o grande êxito dos luditas foi que foram capazes, e os primeiros a questionar o valor da máquina, também deveríamos dizer que seu fracasso foi que não provocaram um verdadeiro debate sobre essa questão ou que não expuseram a questão adequadamente nos termos em que tal debate devia ter tido lugar. Não obstante, a responsabilidade desse fracasso não é dos luditas, posto que nunca assumiram como parte de sua missão fazer de seu protesto um assunto de debate. Eles escolheram a destruição das máquinas como um meio para ir precisamente mais além do debate. Ter-se-ia que esperar até meados dos anos 60 e princípios dos anos 70 do século XX para que o marco interdisciplinar de estudos CTS originasse toda uma reflexão filosófica sobre a ciência e a tecnologia capaz de questionar criticamente o desenvolvimento científico-

tecnológico, assim como para ter-se consciência de seus benefícios, riscos e perigos que também implicam. Sobre esta base, um dos objetivos da resistência à tecnologia em nossos dias é precisamente gerar esse debate do qual careceu o movimento ludita do século XIX; um debate baseado na participação e na gestão democrática da ciência e da tecnologia, em que todos os envolvidos, incluídos os cidadãos comuns que sofrem as conseqüências do desenvolvimento científico-tecnológico, possam emitir suas opiniões sempre sob a garantia de uma adequada formação e informação.

- *Se o edifício da civilização industrial não sucumbe como resultado de uma determinada resistência gerada dentro de suas próprias paredes, parece plausível que sucumbirá como conseqüência de seu próprio desenvolvimento, através de seus excessos e de suas instabilidades.* Esta é uma questão muito importante que os luditas souberam ver. Fixemo-nos então nas duas forças que estão minando os alicerces da sociedade industrial: o abuso do entorno e os transtornos sociais. Ambos são necessários e inseparáveis do desenvolvimento industrial. Quase poderíamos dizer que são o fruto do desenvolvimento industrial, motivo pelo qual o sistema industrial leva em seu interior o germe de sua própria destruição. No entanto, não estamos dizendo novidade alguma, pois isto é algo que caracteriza toda civilização. Os registros dos últimos cinco mil anos de história sugerem claramente que todas as civilizações precedentes se deterioraram e destruíram, não importando o ponto a que haviam chegado a florescer. Ocorre que a civilização industrial é diferente não só no fato de ser a mais extensa e poderosa de todas aquelas que até aqui existiram, mas também que sua destruição irá provocar conseqüências muito mais drásticas que qualquer outra, chegando a colocar em perigo qualquer tipo de vida em nosso planeta.

O certo é que, a partir da Segunda Guerra Mundial, os sentimentos de temor, desconfiança e, em muitos casos, de rechaço, foram-se generalizando também entre os cidadãos comuns. Os medos e temores se acentuaram na década de 70, com as revelações dos perigos para o homem e o meio ambiente do uso de determinados pesticidas e fertilizantes, de aditivos nos alimentos, do aumento dos níveis de radiação... Todos estes acontecimentos começam a minar a confiança na ciência e na tecnologia como fontes de progresso para a humanidade. Quando a década de 80 nos trouxe os mais desastrosos fracassos da moderna tecnologia até a presente data, em 1984, a explosão em Bophal e, em 1986, a da central nuclear de Chernobil, seguidos do crescente alarme mundial pela degeneração do meio ambiente, a preocupação e a desconfiança cresceram sobremaneira.

Como apontávamos anteriormente, não somente as vítimas diretas da tecnologia pertencem a esses grupos, mas também aqueles cidadãos especialmente preocupados e sensibilizados, como são os participantes em campanhas contra resíduos tóxicos, o uso de pesticidas, o corte desmedido de árvores, a experimentação com animais... Um dos grupos de maior êxito foi o dos ativistas antinucleares nos Estados Unidos, que se opuseram às armas nucleares e às centrais nucleares, sendo capazes de evitar a construção de novas centrais em todos os estados desde 1978. Sua oposição incluiu todo tipo de atividades: manifestações, marchas, concertos e inclusive sabotagens.

Na década de 80 se desenvolveu o que se conhece como o *ecotage*. Trata-se de uma forma de protesto iniciada pelo grupo ecologista *Earth First*, uma organização radical cujo lema era «nenhuma concessão na defesa da terra». Sua estratégia consistia em parar as intrusões e ataques ao meio valendo-se tanto de meios legais como de outros tipos de atividades, tais como furar pneus das máquinas utilizadas para cortar lenha, bloquear as estradas para impedir que caminhões ingressassem nos bosques, introduzir pregos nas árvores para evitar que fossem cortadas com serras de corrente, etc. O objetivo fundamental de tal grupo, como se assinalou em suas publicações gratuitas, é desmantelar o sistema industrial atual. Como disse um de seus membros antes de ser detido por derrubar uma torre de alta tensão: «não somente proteger a natureza, assim como atravessar uma barra na roda da máquina que é o sistema industrial».

Na atualidade, há múltiplos grupos que empregam a técnica do *ecotage*; um claro exemplo conhecido por todos constitui muitas das ações do Greenpeace. Também abundam grupos centrados na proteção dos direitos dos animais (lançam tinta nos casacos de pele, destroem laboratórios em que se fazem experimentos com animais e os liberam...).

Em algumas passagens do livro de Robert Pirsig, *Zen e a arte de manutenção de motocicletas*, o protagonista, Chris, pergunta-se como é possível que acerca de uma questão tão simples como é o cuidado de suas motocicletas pudesse existir uma atitude tão diferente entre ele e seu amigo John.

> [...] a mim, sustenta, parece natural e normal utilizar os estoques de ferramentas e os livros de instruções relacionados com cada máquina, e ocupar-me eu mesmo de mantê-la ajustada e no ponto. John diverge. Ele prefere que um mecânico competente se encarregue dessas coisas, para que se faça como é devido. Essa íntima diferença nunca apareceu apesar de termos passado tanto tempo andando de moto juntos e sentados em pousadas rurais bebendo cerveja e falando acerca de qualquer coisa que nos ocorresse. Quando se trata de estradas, do tempo, das

> pessoas, de antigas recordações ou do que publicam os jornais, a conversação transcorre agradavelmente e com toda naturalidade. Porém, cada vez que tive em mente o desempenho da moto e esta se introduz na conversação, cessa a boa marcha do diálogo. A conversação deixa de progredir. Há um silêncio [...]. Pude chegar a crer que esta era, meramente, uma peculiar atitude sua com respeito às motocicletas; contudo, mais tarde descobri que se estendia a outras coisas [...] Enquanto esperava por ele uma manhã em sua cozinha, antes de realizar a viagem, notei que a torneira gotejava e recordei que já o fazia da última vez que estive ali [...]. Isto me obrigou a perguntar-me se influiria em seus nervos aquele drip-drip-drip semana após semana, um ano após outro [...]. Não se trata da manutenção da moto, nem da torneira. É toda a tecnologia que o aborrece. [...] John se evade cada vez que surge o tema da reparação da moto, inclusive quando é evidente que esta o faz padecer. É tecnologia. Se vai de moto é para afastar-se da tecnologia através da campina, sob o sol e o ar fresco. Quando eu o deixo precisamente no ponto e no lugar dos que crêem haver finalmente escapado, isso não faz senão causar-lhe uma desagradável sensação glacial. Por esta razão, a conversação sempre se interrompe e se congela quando traz à tona esse tema (Pirsig, 1994).

Possivelmente a maioria de nós já experimentou uma sensação similar à de John: tratamos de escapar da tecnologia, porém para isso precisamos fazer uso da própria tecnologia. Certamente, esse é um dos paradoxos enfrentados pelos neoluditas: tratam de terminar com a tecnologia, não obstante para isso utilizam as últimas tecnologias, como por exemplo a Internet (<http://www.df.lth.se/~micke/wholemanifesto.html>). Este mesmo paradoxo é o que nos há de colocar em guarda, porquanto reflete uma sociedade presa da tecnologia, ou, o que é o mesmo, retrata uma sociedade na qual a tecnologia deixou de ser um meio para converter-se em um fim em si mesma. Este é concretamente o motivo que nos levou a nos fixarmos no movimento neoludita para extrair e destacar aqueles aspectos positivos e críticos de tal movimento em sua reflexão sobre a tecnologia.

28 Conclusão

Após a análise prévia da tecnologia e de sua relação com a ciência e a sociedade, podemos concluir que esta é produto não somente do conhecimento tecnológico bem como de outros fatores do tipo valorativo, social, econômico, político, etc. Além disso, pode-se afirmar que o conhecimento tecnológico é formado

por conhecimento codificado e por conhecimento tácito (habilidades técnicas). Por sua vez, o conhecimento codificado é formado por conhecimento científico, por conhecimento tecnológico relacionado com a ciência (conteúdo e método), por conhecimento desenvolvido na própria atividade tecnológica e por conhecimento técnico.

Numa visão mais compreensiva, duas tradições filosóficas, a engenheiril e a humanística, teorizaram de modos distintos a natureza da tecnologia e sua relação com o ser humano; duas tradições que, como mostra a reflexão gerada pela VDI alemã, necessitam complementar-se mutuamente para oferecer uma visão adequada do fenômeno tecnológico. A tecnologia é uma projeção do ser humano no seu entorno, mas ante a qual convém manter uma atitude crítica, pois nem sempre ela tem oferecido os efeitos desejados, voltando-se freqüentemente contra nós como o monstro que se voltou contra Victor Frankenstein.

Trata-se, em última instância, de desenvolver formas de convivência com a tecnologia no mundo atual que nos permitam corrigir os erros do passado – expressos tão eloqüentemente pelo movimento ludita – e adaptar as máquinas às necessidades e aspirações do ser humano.

29 Bibliografia

AGAZZI, J. (1980): «Between science and technology», em *Philosophy of Science*, 47, pp. 82-99.

BECHMANN, G. (1993): «Democratic function of technology assessment in technology policy decision-making», em *Science and Public Policy*, 20, pp. 11-16.

BERCIANO, M. (1995): *La técnica moderna. Reflexiones ontológicas*. Oviedo, Universidad de Oviedo.

BIJKER, W.; HUGHES, T. e PINCH, T. (eds.) (1987): *The social construction of technological systems*. Cambridge, MIT Press, 1989.

BIJKER, W. (1995): *Of bicycles, bakelites and bulbs: toward a theory of sociotechnical change*. Cambridge, MIT Press.

BUNGE, M. (1967): «Toward a philosophy of technology», em MITCHAM, C. e MACKEY, R. (eds.) (1972): *Philosophy and technology: readings in the philosophical problems of technology*. Chicago, University of Chicago Press.

— (1969): *La investigación científica, su estrategia y su filosofía*. Barcelona, Ariel, 1972.

CALLON, M. (1995): «Technological conception and adoption network: lessons for the CTA practitioner», em RIP e outros (eds.) (1995): *Managing technology in society*. Londres, Pinter.

CARSON, R. (1962): *Silent spring*. Nova Iorque, Houghton Mifflin.

DESSAUER, F. (1956): *Discusión sobre la técnica*. Madri, Rialp, 1964.

DOSI, G. (1982): «Technological paradigms and technological trajectories», em *Research Policy*, 3.

ELLUL, J. (1980): *L'empire du non-sens: l'art et la société technicienne*. Paris, Presses

— (1967): *Métamorphose du bourgeois*. Paris, Calmann-Lévy.

— (1965): *L'illusion politique*. Paris, R. Laffon.

— (1962): *Propagandes*. Paris, A. Colin.

— (1954): *La technique, ou l'enjeu de siècle*. Paris, Colin. Universitaires de France.

GARCÍA, E.; ALBA, J. e LÓPEZ CEREZO, J. A. (1998): «La cuenca del río Sella: propuesta multidisciplinar de gestión de los recursos fluviales compatible con la conservación del salmón atlántico», em *Informe de Investigación*. Oviedo, Universidad de Oviedo.

GARCÍA MENÉNDEZ, P. (1999): «Aportaciones de W. V. Quine a la nueva concepción de la ciencia», em VELARDE, J. e outros: *Studia philosophica*. Oviedo, Universidad de Oviedo.

GARCÍA PALACIOS, E. M. (1999): «Consideraciones teóricas y análisis crítico de la gestión pública de la ciencia y la tecnología», em VELARDE, J. e outros: *Studia philosophica*. Oviedo, Universidad de Oviedo.

GLENDINNING, Ch. (1990a): «Notes toward neo-luddite manifiesto», em *Utne Reader,* março, 1990, pp. 53-55.

— (1990b): *When technology wounds: the human consequences of progress*. Nova Iorque, Willian Morrow.

GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A. e LUJÁN, J. L. (eds.) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas*. Barcelona, Ariel.

— (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madri, Tecnos.

HANNA, K. E. (1987): *Patterns of use of technological assessment*. Ann Arbor (MI), University Microfilms International.

HRONSZKY, I. (1988): «Algunas observaciones sobre la reciente filosofía de la tecnología en Europa: el caso alemán», em *Teorema*, vol. XVII/3, 1998.

HUGHES, T. P. (1983): *Networks of power: electrification in western society, 1880-1930*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

JORGENSEN, U. e KARNOE, P. (1995): «The Danish Wind-Turbine Story: Technical Solutions to Political Visions?», em RIP e outros (eds.): *Managing technology in society*. Londres, Pinter.

KAPP, E. (2000): «Líneas fundamentales de una filosofía de la técnica», em *Teorema*, vol. XVII/3, 1998.

KAZINSKY, Th. (1995): «Una bomber's Manifesto», <http://www.df.lth.se/~micke/wholemanifesto.html>.

KEVLES, D. (1992): «Some Like it Hot», em *New York Review of Books*, março, 26, pp. 31-38.

LATOUR, B. (1987): *Ciencia en acción*. Barcelona, Labor, 1992.

LÓPEZ CEREZO, J. A.; LUJÁN LÓPEZ, J. L. e GARCÍA PALACIOS, E. M. (2000): *Filosofía de la Tecnología* (versão eletrônica do número monográfico da Revista *Teorema* XVII/3), <http://www.campus-oei.org/salactsi/teorema.htm>.

MARTÍN SERRANO, M. (1998): «El mito del hombre allende la técnica». Apresentação à seleção de textos de José Ortega y Gasset, em *Teorema*, vol. XVII/3, 1998.

MITCHAM, C. (1994): *Thinking through technology: the path between engineering and philosophy*. Chicago, University of Chicago Press.

— (1989): *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona, Anthropos.

MITCHAM, C. e MACKEY, R. (eds.) (1972): *Philosophy and technology: readings in the philosophical problems of technology*. Chicago, University of Chicago Press.

MUMFORD, L. (1970): *The mith of the machine: the pentagon of power*. Nova Iorque, Harcourt.

— (1967): *The mith of the machine: techniques and human development*. Nova Iorque, Harcourt.

NELSON, R. e WINTER, S. (1982): *An evolutionary theory of economic change*. Boston, Harvard University Press.

NIINILUOTO, I. (1997): «Ciencia frente a tecnología: ¿diferencia o identidad?» em *Arbor*, 620, pp. 285-299.

NORBERG-HODGE, H. (1991): *Ancient futures: learning from Ladakh*. São Francisco (EUA), Sierra Club Books.

PACEY, Arnold (1983): *La cultura de la tecnología*. México, Fondo de Cultura Económica, 1990.

PETRELLA, R. (1994): «La primavera de la evaluación de tecnologías se extiende por Europa», em SANMARTÍN, J. e HRONSZKY, I., (eds.) (1994): *Superando fronteras: estudios europeos de ciencia-tecnología-sociedad y evaluación de tecnologías*. Barcelona, Anthropos.

PIRSIG, R. (1974): *Zen y el arte del mantenimiento de la motocicleta*. Barcelona, Mondadori, 1994.

POSTMAN, N. (1992): *Tecnópolis: la rendición de la cultura tecnológica*. Barcelona, Círculo de Lectores, 1994.

QUINTANILLA NAVARRO, I. (1999): *Techne*. Madri, Noesis.

QUINTANILLA, M. A. (1988): *Tecnología: un enfoque filosófico*. Madri, Fundesco, 1989.

— (1998): «Técnica y cultura», em *Teorema*, XVII/3, pp. 49-69.

QUINTANILLA, M. A. e BRAVO, A. (1997): *Cultura tecnológica e innovación. Primera parte: el concepto de cultura tecnológica*. Relatório para a Fundação COTEC.

RADDER, H. (1996): *In and about the world. Philosophical studies of science and technology*. Nova Iorque, SUNY Press.

RAPP, F. (1978): *Filosofía analítica de la técnica*. Barcelona, Editorial Alfa, 1981.

RIP, A.; MISA, T. e SCHOT, J. (eds.) (1995): *Managing technology in society* Londres, Pinter.

SANMARTÍN, J. e outros (eds.) (1992): *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona, Anthropos.

SANMARTÍN, J. e ORTÍ, A. (1992): «Evaluación de tecnologías» em SANMARTÍN, J. e outros (eds.) (1992): *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona, Anthropos.

SANMARTÍN, J. e HRONSZKY, I. (eds.) (1994): *Superando fronteras: estudios europeos de ciencia-tecnología-sociedad y evaluación de tecnologías*. Barcelona, Anthropos.

SALE, K. (1996): *Rebels against the future. The luddites and their war on the industrial revolution: lessons for the computer age*. Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company.

SÉRIS, J. P. (1994): *La technique*. Paris, PUF, 1994.

SHRADER-FRECHETTE, K. (1985a): «Technology assessment, expert disagreement, and democratic procedures», em *Research in Philosophy & Technology*, vol. 8. Nova Iorque, JAI Press.

— (1985b): *Science policy, ethics, and economic methodology*. Dordrecht, Reidel.

— (1985c): *Risk analysis and scientific method*. Dordrecht, Reidel.

— (1980): *Energía nuclear y bienestar público*. Madri, Alianza Universidad, 1983.

SHRUM, W. (1986): «Are "science" and "technology" necessary?: the utility of some old concepts in comptemporary studies of the research process», em *Social Inquiry*, 56, pp. 324-340.

SCHUMPETER, J. A. (1943/1947): *Capitalism, socialism and democracy*, 2ª ed. Nova Iorque, Harper & Row.

SPEER, A. (1970): *Inside the Third Reich*. Nova Iorque, Macmillam.

STAUDENMAIER, J. M. (1985): *Technology storytellers: reweaving the human fabric*. Cambridge, MIT Press.

WATHERN, P. (ed.) (1987): *Environmental impact assessment: theory and practice*. Londres, Routledge.

WESTRUM, R. (1991): *Technology & society: the shaping of people and things*. Belmont, Wadsworth.

WINTER, S. G. (1993): «Patents and welfare in an evolutionary model», em *Industrial and Corporate Change*, 2, pp. 211-231.

WYNNE, B. (1995): «Technology assessment and reflexive social learning: observations from the risk field», em RIP e outros (eds.) (1995): *Managing technology in society*. Londres, Pinter.

3 O que é a Sociedade?

3.1 Introdução

Se as questões acerca da ciência e da tecnologia são complexas e dificilmente abrangíveis em poucas páginas, qualquer tentativa de entendimento sobre o que é sociedade adiciona muitas novas complicações.

A reflexão sobre a tecnologia é relativamente recente. De fato, uma das virtudes dos estudos CTS foi colocar enfaticamente a tecnologia como objeto de estudo merecedor de um importante esforço acadêmico. O estudo da ciência tem uma tradição mais longa, ainda que o que se disse na antiguidade sobre esse conceito fosse obstaculizado pelo escasso desenvolvimento das ciências como tais, de modo que, até a Revolução Científica, não há uma meditação mais aprofundada sobre algumas questões como o método científico ou os princípios das ciências.

> Autores dentro do movimento CTS, como Shapin (1996), sustentam que a «Revolução Científica» nunca existiu. O conhecimento atual da história da ciência do século XVII levou historiadores a reconsiderar a idéia de Revolução Científica como um acontecimento singular e discreto, localizado no tempo e no espaço. Esses mesmos historiadores rejeitam que existiu no século XVII uma única entidade cultural coerente chamada «ciência» que pudesse experimentar uma mudança revolucionária. O que havia era uma diversidade de práticas culturais que se propunham compreender, explicar e controlar o mundo natural. Por um lado, não está muito claro que existiu um «método científico» concebido como um conjunto coerente, universal e eficaz de procedimentos para a construção de conhecimento científico; por outro, muitos historiadores não consideram que seja certa a idéia de que as mudanças introduzidas no século XVII nas práticas e crenças científicas foram tão «revolucionárias» como se pretendeu em outras ocasiões.

No caso do conceito de sociedade, o problema que se apresenta ao se abordar seu tratamento é que as considerações acerca da definição de sociedade, seus tipos, seu fundamento e sobre qual seja a melhor forma de organização social, têm muito mais vigor que as existentes acerca dos conceitos sobre ciência e tecnologia. Não são desconsideráveis, por exemplo, as reflexões sobre a sociedade que foram feitas na Grécia há mais de vinte e cinco séculos. Por sua vez, costuma-se considerar que o grande desenvolvimento tecnocientífico do último século produziu mudanças sociais como não se conhecera até então e, inclusive a parte mais chamativa dos discursos, que poderíamos qualificar tanto de tecnófobos quanto de tecnófilos tem a ver com as conseqüências sociais que implicam o desenvolvimento tecnocientífico, e não só recentemente mas já na literatura de ficção mais clássica.

Assim, pois, como tratar a questão sem nos perdermos em uma densa trajetória histórica? Poder-se-ia colocar, quem sabe, um ponto de vista mais «científico», quer dizer, poderíamos nos limitar ao que a sociologia diz ser a sociedade, a realizar um repasse do conceito de sociedade desde os «pais» da disciplina até agora. Porém seria paradoxal que recorrêssemos ao discurso «especialista» de uma das disciplinas que se ocupa da sociedade, porquanto, entre outras coisas, o enfoque dos estudos CTS coloca justamente em questão o papel privilegiado dos especialistas. Além do mais, esta proposta resultaria uma resposta excessivamente extensa. Sem ignorar alguns desses enfoques, nossa exposição será necessariamente mais breve e menos «disciplinar».

Em primeiro lugar, abordaremos certas questões gerais sobre o conceito de sociedade. Comentaremos a seguir algumas tipologias sobre a sociedade, atendendo especialmente as mais relacionadas com elementos tecnocientíficos. Passaremos em seguida a comentar algo acerca das diferentes perspectivas no momento de explicar as mudanças sociais, e terminaremos com algumas considerações sobre a articulação democrática do social, que entendemos ser necessário defender desde a perspectiva CTS.

Aproximação ao conceito de sociedade

Um delineamento a partir da teoria sociológica

Embora não se pretenda repassar o conceito de sociedade tal como foi tratado nas diferentes correntes da teoria sociológica, uma breve consideração sobre o que diz uma das teorias sociológicas mais recentes pode ser esclarecedor ao começar esta reflexão.

Niklas Luhmann tratou de estabelecer uma aproximação ao conceito de sociedade a partir da teoria de sistemas. Considera a sociedade como mais um entre diferentes tipos de sistemas. Os sistemas podem ser máquinas, organismos, sistemas psíquicos e sistemas sociais. Dentro destes encontramos as interações, as organizações e as sociedades. Desse modo, uma sociedade é um tipo de sistema social. E o que é um sistema social? Conforme Luhmann:

> Pode-se falar de sistema social quando as ações de várias pessoas se inter-relacionam significativamente, sendo delimitável por isso, como conjunto, com respeito a um ambiente que não pertence ao mesmo. Desde o momento que existe comunicação entre pessoas surgem sistemas sociais, pois com cada comunicação se inicia uma história que experimenta um processo de diferenciação mediante a mútua referência das seleções dos sujeitos, que faz com que se realize somente alguma das muitas possibilidades (Almaraz, 1997, p. 63).

Consoante a Luhmann os sistemas sociais possuem a função de apreender e reduzir a complexidade; atuam como mediadores entre a complexidade do mundo e nossa reduzida capacidade para elaborar conscientemente nossas experiências. Há, segundo este autor, três tipos de sistemas sociais: os de interação, que se produzem pela percepção mútua entre pessoas presentes utilizando a linguagem como mediação (aqui, quem não está presente não pertence ao sistema); os sistemas de organização, que perseguindo um determinado objetivo se constituem mediante um processo de seleção de seus membros; e, por último, a sociedade, que é «o sistema social mais amplo de todas as ações possíveis de mútua comunicação». A sociedade não inclui todas as ações, só as mutuamente comunicativas, e tampouco é uma mera soma de todas as interações, mas outro tipo de sistema. Sua base não é a presencialidade, como no sistema de interações, nem o fato de pertencer à organização, mas a capacidade de comunicação entre ausentes. Seus limites se encontram onde acaba sua capacidade de acesso a outros e a compreensibilidade de comunicação.

O desenvolvimento da tecnociência propiciou a existência da sociedade, hoje, como sociedade mundial, tal como sustenta Luhmann. Em contraposição à pluralidade de sociedades do passado, hoje existe um único sistema de sociedade. Voltaremos a esse assunto quando tratarmos dos tipos de sociedade.

Caráter natural da sociabilidade humana

É bastante conhecido que há sociedades que não são humanas. Há sociedades não-humanas que ocuparam um importante lugar para a humanida-

de. Uma delas é a dos deuses. O Olimpo é uma sociedade com interesses, predileções e atividades não demasiadamente alheias a dos próprios homens, o que já na Grécia antiga levou Jenófanes a ver essas sociedades divinas como um reflexo, a seu modo de ver bastante indecente, das sociedades humanas. As outras sociedades não-humanas são as sociedades animais. Desde a Antigüidade essas sociedades não-humanas foram tomadas com freqüência como exemplo do que deveriam ser as sociedades humanas. A laboriosidade das formigas, ou a capacidade de sacrifício das abelhas, são motivos recorrentes em mitos e fábulas. Curiosamente, e apesar do conhecimento dessas sociedades animais, Aristóteles dirá que os humanos que não vivem em sociedade são deuses ou bestas, não seres humanos:

> A cidade é a comunidade perfeita procedente de várias aldeias, já que possui, em resumo, a conclusão da auto-suficiência total, e que tem sua origem na urgência do viver, porém subsiste para o viver bem. Assim, toda cidade existe por natureza, do mesmo modo que as comunidades de origem [...].
>
> Portanto, está claro que a cidade é uma das coisas naturais e que o homem é, por natureza, um animal cívico. E o inimigo da sociedade cidadã é, por natureza, e não por casualidade, ou um ser inferior ou mais que um homem [...]. Ao mesmo tempo, tal indivíduo é, por natureza, um apaixonado pela guerra, como uma peça solta em um jogo de damas.
>
> A razão de o homem ser um ser social, mais que qualquer abelha e que qualquer outro animal gregário, é clara. A natureza, como dizemos, não faz nada em vão. Só o homem, entre os animais, possui a palavra. A voz é uma indicação da dor e do prazer; por isso a possuem também os outros animais. (Já que por sua natureza chegaram a possuir a sensação da dor e do prazer e a indicar essas sensações uns aos outros). Por seu lado, a palavra existe para manifestar o conveniente e o daninho, assim como o justo e o injusto. E isso é próprio dos humanos frente aos demais animais: possuir, de modo exclusivo, o sentido do bem e do mal, do justo e do injusto, e as demais apreciações [...].
>
> De modo que está claro que a cidade é por natureza e é anterior a cada um. Porque se cada indivíduo, isoladamente, não é auto-suficiente, encontrar-se-á, como as demais partes, em função de seu conjunto. E o que não pode viver em sociedade, ou não necessita nada por sua própria suficiência, não é membro da cidade, mas sim uma besta ou um deus.

> Em todos existe, por natureza, o impulso para tal comunidade; porém o primeiro em estabelecê-la foi a causador dos maiores benefícios. Pois assim como o homem perfeito é o melhor dos animais, também, afastado da lei e da justiça, é o pior de todos (Aristóteles, Política, 1253a e ss.).

Neste fragmento, Aristóteles aponta várias idéias que foram recorrentes nas reflexões acerca da sociedade, algumas das quais continuam sendo esclarecedoras. A sociedade, que para Aristóteles é a *polis*, é por natureza; é anterior aos indivíduos que a formam, e quem se afasta dela é uma personalidade violenta, um «apaixonado pela guerra»; por último, o critério para qualificar algo de «sociedade» é a auto-suficiência.

Ainda que Aristóteles reconheça a existência de sociedades animais, em nenhum caso estas podem equiparar-se às humanas, posto que nos animais a linguagem só expressa, quando muito, a dor e o prazer, enquanto que a linguagem humana expressa também o justo e o injusto, o bem e o mal. Para Aristóteles, o fundamento da sociedade é um fundamento ético e político, e a linguagem é o veículo que conforma e expressa os valores éticos e políticos.

Se tivéssemos que caracterizar a sociedade atual, talvez não nos afastássemos demasiadamente das reflexões de Aristóteles aqui apresentadas. Em princípio, a sociabilidade humana continua tendo uma origem ou um fundamento natural, embora hoje falássemos de genética e de teoria da evolução. Possivelmente poderíamos manter, atendendo ao que estabelece a teoria sociológica atual, que uma sociedade deve ser «auto-suficiente», exceto a própria aldeia global.

Talvez a correção que desde nossa perspectiva atual poder-se-ia fazer a Aristóteles é que ele ficou limitado na caracterização da sociedade humana como algo com uma origem natural, «animal», diríamos nós. Posto que Aristóteles dificilmente podia saber algo da teoria da evolução, mesmo que se tenha ocupado muito do estudo dos animais, nossa reprovação pode ser apenas moderada. Hoje sabemos dos esforços por ensinar nossa linguagem aos primatas superiores (o chimpanzé Washoe é seguramente um dos exemplos melhor conhecidos), esforços que ao que parece obtiveram resultados bastante satisfatórios. Também conhecemos o fato de que entre estes mesmos primatas há uma série de habilidades que não tem origem genética, mas cultural. Pode-se falar em distintas «culturas» de chimpanzés, que agem de diferentes maneiras para obter cupins para sua alimentação, segundo a zona geográfica em que se encontrem: um grupo utiliza galhos relativamente grossos para abrir os cupinzeiros, outro emprega galhos finos, e um terceiro se serve da nervura central de algumas grandes folhas de seu ambiente. Se o método para obter cupins esti-

vesse geneticamente codificado, todos os chimpanzés utilizariam o mesmo método. Sem dúvida, há diferenças culturais que constituem «técnicas» distintas (Sabater Pi, 1992).

Alguns etólogos inclusive não se limitam em falar de «culturas» animais em seus estudos sobre primatas, mas têm defendido a existência de estruturas e comportamentos que não hesitam em qualificar de «política». Frans de Waal (de Waal, 1982), em seu estudo sobre os chimpanzés que viviam em um amplo parque holandês, analisou as diferentes estratégias seguidas pelos machos para conseguir dominar o grupo, as alianças, o papel desempenhado pelas fêmeas – cuja hierarquia também se estabelece «politicamente» –, as mudanças naquelas alianças baseadas não apenas na força mas em complicados jogos de estratégia que podem levar a mudanças na «chefia» do grupo, etc. Com tudo isso, o que queremos apontar é precisamente que aquela idéia de Aristóteles tem um amplo respaldo atual por uma diversidade de fontes.

Não só se trata de que o fundamento da sociabilidade seja natural, mas que a história do comportamento social humano é necessariamente evolutiva, no sentido de que toda nova forma de sociabilidade desenvolveu-se a partir de formas prévias, mesmo que certamente isto não suponha nenhuma concepção finalista dessa evolução. Sem o trabalho cooperativo, a evolução humana teria sido muito diferente ou não teria sido, trabalho cooperativo este que esteve sempre mediado pela linguagem como instrumento simbólico. O ser humano é o único animal que não precisa se adaptar ao meio porque é capaz de fazer com que esse meio se adapte a ele. É capaz de transformar, mediante a técnica, esse entorno.

Temos, ademais, outras pistas que nos permitem esclarecer a questão da relação entre sociedade e natureza. Estas pistas são as que se referem aos casos dos «meninos-lobo», sendo estes um produto da sociedade pré-industrial, da sociedade que não alcançou um desenvolvimento urbano tão forte como o nosso. Atualmente não há meninos-lobo, seguramente porque a floresta deixou de ser o espaço do selvagem, do aterrorizante e do desconhecido[4]. Paradoxalmente, o espaço do não-civilizado é ocupado atualmente pela cidade. Em nosso mundo os meninos são abandonados nas latas de lixo ou passam a ser «meninos de rua», possivelmente a versão urbana dos «meninos-lobo».

São conhecidos muitos casos de «meninos-lobo»: Vector de l'Aveyron, Kaspar Hauser, as meninas encontradas na Índia por volta de 1920 e muitos outros.

[4] O contexto original deste livro é europeu, de modo que o conceito de floresta é bastante diferente do brasileiro. Da mesma forma, não considera os mitos amazônicos, por exemplo.

Existem 53 casos documentados até 1964. Lucien Malson (Malson, 1981) classifica os casos em três grupos: 1) O de crianças perdidas ou abandonadas na floresta que se criaram solitárias sem a assistência de animais. Neste grupo se incluiria Victor de l'Aveyron. 2) Crianças adotadas por outras espécies animais, como as meninas indianas Amala e Kamala, de Midnapore, descobertas em 1920. 3). Crianças cuja criação se desenvolveu em reclusão mais ou menos rigorosa em sótãos, porões, cubículos, etc. Kaspar Hauser seria o exemplo mais conhecido, junto com Anna da Pensilvânia, EUA.

Victor de l'Aveyron, como se chamou o caso que provavelmente foi o mais famoso de todos – François Truffaut dedicou-lhe um filme enganoso – foi encontrado no sul da França, perto de Aveyron, no começo do século XIX. A criatura com a qual toparam aqueles que o encontraram não falava, só emitia uns sibilos estridentes; tampouco caminhava ereto, mas de quatro; certamente carecia de qualquer hábito relacionado com a continência de seus esfíncteres, e em princípio se mostrava imprevisível e fortemente impulsivo. Foi transladado a Paris, onde um preceptor tratou de inculcar-lhe hábitos que o aproximaram ao comportamento humano. Teve que aprender inclusive a «sentir», posto que em princípio era capaz de tirar as batatas da água fervente e comê-las sem nenhuma mostra de dor; também não parecia sentir o frio dos invernos mais duros, porque podia revirar-se na neve como se estivesse em uma praia ensolarada. Victor de l'Aveyron, como todos os meninos-fera, era uma anomalia. Nem sequer se poderia dizer que era um lobo ou um animal, já que os animais não agem como ele agia. O que era impressionante e desconcertante era encontrar-se diante de um ser ao qual «faltava algo». Nenhum lobo é um ser incompleto. Um menino-fera, sim; falta-lhe aquilo que nos faz seres humanos e lhe falta porque careceu da sociedade que nos humaniza. Nenhum menino-fera chega a ser um «humano normal»; é pouco provável que adquira algum rudimento lingüístico, e sua «educação» quase poderia ser qualificada com maior rigor de «adestramento». Segundo parece, uma vez alcançada certa idade, há a impossibilidade para que uma criança adquira as habilidades que nos definem como seres humanos.

Emilio Lamo de Espinosa, a partir desses casos de meninos-fera, esclarece as relações entre natureza e sociedade e o relativo à origem cultural ou natural da sociabilidade humana:

> Uma criança educada entre lobos é mais lobo que homem. Contudo, o contrário, não é certo; um lobo educado entre homens é um lobo e absolutamente não se comporta como um homem. Não há lobos-fera; só crianças-fera. No caso do lobo, a companhia de seus semelhantes, a sociedade, faz muito pouco, se bem que os etólogos mostraram que também não é como pensávamos. Porém na criança a companhia é

quase tudo, até o ponto de que, se essa companhia é de lobos, as crianças saem igualmente como lobos. E o exemplo poderia multiplicar-se: um menino ou uma menina europeu educado entre esquimós será um esquimó, e vice-versa. E o será de modo total e radical, a salvo das peculiaridades biológicas vinculadas a uma raça concreta. Não é absurdo, portanto, concluir que os exemplares da espécie humana são seres de cultura mais que de natureza. De modo que, quando comparamos os animais com os humanos, não teremos outra alternativa senão concluir à primeira vista que naqueles prevalece o instinto e, nos segundos, a aprendizagem. [No entanto ao] dizer que um homo sapiens é um ser de cultura, que é antes de tudo um ser social, um zoon politikon, esquece-se que é um ser social por natureza. Quer dizer, a evolução o preparou para ser social, de modo que sua sociabilidade inata não é um dado antinatural ou contra-natural, mas exatamente o contrário, o produto de uma longa evolução biológica que substituiu progressivamente o instinto como resposta herdada pelo hábito como resposta aprendida (Lamo de Espinosa, 1996, p. 16).

3.2.3 Caráter não-natural das estruturas sociais

A tendência à sociabilidade, à formação de estruturas sociais mais ou menos estáveis e complexas, é uma estrutura «natural» que nos caracteriza como espécie, se bem que não é algo exclusivo dos humanos, o mesmo que a cultura, posto que outras espécies de primatas superiores têm o que podemos considerar de culturas *in nuce*.

É obvio que as estruturas sociais concretas características de nossa espécie são um produto cultural, uma resposta adaptativa a diferentes ambientes e circunstâncias. Com o controle sobre o fogo e a subseqüente manipulação química de alimentos, isto é, graças à manipulação técnica, modificaram o entorno imediato e em alguns casos começaram a desenvolver formas mais ou menos complexas de organização social. Os primeiros grupos de «homens» caçadores-coletores do paleolítico necessitariam de uma certa organização social que lhes permitissem levar a cabo a caça em grupo e a repartição tanto do produto da caça como do coletado. O papel do «chefe» não seria mais que o de alguém com prestígio por seus méritos na caça ou nas lutas com outros grupos. Porém, do mesmo modo que alguns homens de prestígio das culturas primitivas do pacífico, teriam que «mimar» sua gente de tal maneira que sua chefia nunca pudesse ir contra os interesses do resto do grupo.

As sociedades de hominídeos não deviam ser maiores que umas poucas dezenas de indivíduos e não se achavam organicamente vinculadas entre si. A fim de que se institucionalizassem relações orgânicas entre diversos grupos era necessário supor que se tratavam de colônias surgidas de um mesmo tronco, com a mesma linguagem, um sistema cultural idêntico e cujo parentesco se encontrava consolidado e sacramentado mitologicamente por referência a um ancestral comum. Cabe também imaginar que o desenvolvimento da complexidade social em sociedades vizinhas que praticam a caça majoritária leva a delimitações de território, cooperação mútua e troca de serviços, assim como relações amistosas. A exogamia deve ter aparecido sob tais condições de pré-aliança e de intercâmbios pré-econômicos como um sistema de regras que institucionalizam um intercâmbio de mulheres, e de alianças permanentes entre grupos. De cara, a exogamia converte em orgânica a vinculação entre grupos e se converte no modelo, na armação de um novo sistema de conexão e de articulação, através do qual se desenvolveram os intercâmbios de bens, informações e acordos de todo tipo. A exogamia se apresenta, pois, como a chave organizativa da abertura sociológica e dos vínculos confederativos entre duas ou mais sociedades (Morin, 1973).

Essas primeiras sociedades ou arqueo-sociedades levavam consigo as virtualidades que impulsionaram suas mudanças. Por um lado, a exogamia como fator detonante, assim como o intercâmbio e a aliança; por outro, a concentração demográfica nas regiões férteis, o que facilitará a criação de cidades, e a guerra por dominá-las, mas também a atividade produtiva e sua estrutura técnica.

Com a Revolução Neolítica, com o surgimento da agricultura e dos assentamentos urbanos, esse panorama muda. Desenvolvem-se grandes centros urbanos e sociedades com uma grande complexidade organizativa. Os centros do que os arqueólogos chamam «estados prístinos são» a Mesopotâmia, por volta de 3300 a.C., o Peru no tempo de Cristo e a América Central até 300 d.C. É quase certo que também no Velho Mundo existiram esses estados prístinos no Egito – 3100 a.C. –, no vale do Indo – até 2000 a.C. – e no vale do Rio Amarelo, ao norte da China – pouco depois de 2000 a.C. Estes estados prístinos teriam surgido como conseqüência da intensificação da produção agrícola, e em sua aparição teriam desempenhado um importante papel os «grandes homens», tipicamente da Melanésia e Nova Guiné, estudados por antropólogos (Oliver, 1995). Estes estados prístinos teriam dado lugar aos grandes impérios hidráulicos em diferentes partes do mundo.

Parece claro que a não-naturalidade das estruturas sociais precisa hoje de escassa demonstração. Contudo, ainda é certo que continua havendo ideologias políticas que recorrem a formas de naturalização mais ou menos grossei-

ras. A suposição de que existem «povos escolhidos» por algum deus para ocupar espaço territorial, ou simbólico, se se trata de falar de raças, etnias ou grupos «superiores», continua estando desgraçadamente na ordem do dia. Aqui, «o natural» é o que deus manda, quase num sentido tomista: a lei justa é a lei natural, que coincide com os ditames de deus. Ainda que o racismo biológico esteja suficientemente desacreditado a ponto de não poder ser mantido com seriedade, outra forma de naturalização, mais sutil, se assim se deseja, é a que atualiza alguma forma de darwinismo social para justificar a ordem que mantém amplas camadas da população excluídas do poder, e inclusive fora dos parâmetros mínimos de bem-estar social, e o privilégio de uns poucos até extremos escandalosos.

À margem disso, está claro que as normas sociais, as leis, ou quaisquer outras constrições sociais, são de natureza convencional; por mais antigas ou assentadas que possam parecer, não são como os fenômenos meteorológicos ou a gravidade; tampouco foram ditadas por algum deus. Fomos nós, os seres humanos, que as inventamos e as reinventamos cada vez que as aceitamos conscientemente. Certamente, que sejam convencionais não significa que sejam o produto de um capricho ou que possam ser facilmente substituíveis ou intercambiáveis, ao ser seu impacto sobre nossas vidas decisivo.

Fernando Savater expõe claramente este caráter ao mesmo tempo natural e convencional da sociedade e suas formas de organização:

> Dizer que costumes e leis são convencionais não equivale a negar que se apóiem em condições naturais da vida humana, isto é, em fundamentos nada convencionais. Os animais possuem mecanismos instintivos que lhes obrigam a fazer certas coisas e lhes impede de fazer outras. Desse modo, a evolução biológica protege as espécies de perigos e assegura sua sobrevivência. Contudo nós, seres humanos, possuímos instintos menos seguros ou, caso se prefira, mais flexíveis. Os bichos acertam quase sempre no que fazem, porém não podem fazer mais que algumas coisas e podem mudar pouco. Nós, homens, ao contrário, erramos constantemente até no mais elementar, mas nunca deixamos de inventar coisas novas... descobertas nunca vistas e também disparates nunca vistos. Por quê? Porque além de instintos estamos dotados de capacidade racional, graças à qual podemos fazer coisas muito melhores – e muito piores! – que os animais. É a razão que nos converte em animais tão raros, tão pouco... animais. E o que é a razão? A capacidade de estabelecer convenções, quer dizer, leis que não nos sejam impostas pela biologia, mas que aceitemos voluntariamente [...].
>
> As sociedades humanas não são simplesmente o meio para que uns animaizinhos meio tarados, como somos, possam viver com um pouco mais de segurança em um mundo hostil. Somos animais sociais, porém não somos sociais no mesmo sentido que o resto dos animais. Anteriormente disse que a diferença fundamental entre os demais animais e os humanos é que nós possuímos «razão» além de instintos. (Savater, 1992, p. 22 e ss.).

Começamos este item perguntando-nos o que é a sociedade. Tratamos de expor algumas reflexões sobre o assunto a partir da consideração do social como um produto da natureza humana que vai além dessa natureza e a modifica até o extremo de macular o próprio termo «natureza humana». Trataremos de ver agora algumas tipologias que foram utilizadas para classificar as sociedades ou a sociedade.

Leituras complementares

AYALA, F. (1947): *Tratado de sociología*. Madri, Espasa-Calpe, 1984.

GINER, S. (1969): *Sociología*. Barcelona, Península, 1976.

LUHMANN, N. (1992): *Observaciones de la modernidad. Racionalidad y contingencia en la sociedad moderna*. Barcelona, Paidós, 1997.

— (1991): *La ciencia de la sociedad*. Barcelona, Anthropos, 1996.

Sociedades e desenvolvimento tecnocientífico: tipologias

As sociedades foram classificadas em decorrência de múltiplos critérios. Desde a classificação em gregos e bárbaros até a marxista ou a distinção de Spengler, poderíamos elaborar um amplo catálogo das que foram utilizadas.

Dentro da própria perspectiva sociológica com a qual se iniciava o item 3.2, Niklas Luhmann considera que sua distinção de tipos de sistemas sociais não é só operativa, mas também histórica; serve para ordenar o processo de evolução sociocultural. Assim, as formações sociais arcaicas são estruturas sociais simples nas quais interação, organização e sociedade – os três tipos de sistemas sociais que Luhmann distingue – são o mesmo. A complexidade que aparece com os grandes centros urbanos leva ao desenvolvimento das organizações que se ocupariam das funções religiosas, militares, comerciais, etc. Por último, é na sociedade moderna onde os três tipos de sistemas sociais se separam, produzindo-se uma progressiva separação entre as organizações e a sociedade.

A seguir serão expostas algumas distinções de tipos de sociedades baseados sobretudo nas relações dessas sociedades com a tecnociência. Para isso iremos recorrer a quatro autores: Ortega y Gasset, Lewis Mumford, Carl Mitcham e Javier Echeverría. Os três primeiros já foram tratados no capítulo referente ao conceito de tecnologia. Não obstante, enquanto lá se aborda sua filosofia da técnica, aqui comentaremos suas percepções das diferentes sociedades que deram lugar aos distintos estados do desenvolvimento técnico.

3.3.1 A periodização antropológica da técnica de José Ortega y Gasset

Ortega y Gasset é autor de uma obra que se atualizou com os estudos CTS. Trata-se de sua *Meditación de la técnica* (Ortega y Gasset, 1939), obra que reúne textos de um curso ministrado na Universidade de Verão de Santander em 1933. Nela, Ortega reúne suas reflexões sobre a técnica, cuja oportunidade e visão antecipadoras são hoje unanimemente reconhecidas. Não iremos expor a filosofia da técnica de Ortega. O que nos interessa é sua classificação das técnicas pelo que possui de ilustrativo para comentar uma tipologia possível de sociedades. De fato, esse autor fundamenta sua periodização da técnica em um componente antropológico: na própria relação que os seres humanos mantêm com as técnicas em cada momento evolutivo.

Ortega considera que se pode falar de três estados na evolução da técnica, ou seja, do nosso ponto de vista, de três tipos diferentes de sociedades conforme sua relação com a técnica. Um primeiro tipo seria aquele que corresponde ao que Ortega chama de técnica do acaso. As sociedades onde se dão esse tipo de técnica são sociedades primitivas[5], como os Vedas do Ceilão, os Semang de Bornéu, os pigmeus da Nova Guiné e África Central, os australianos, etc. (Ortega y Gasset, 1939, p. 75). Nessa sociedade há um repertório muito escasso de atos técnicos, que não se diferenciam muito na mente dos membros que a formam, do repertório de atos naturais, provavelmente maior que o de atos técnicos. Dado que os atos naturais são considerados fixos e dados de uma vez para sempre, assim são considerados também os atos técnicos nessas sociedades, segundo Ortega. Nas sociedades da técnica do acaso todos os atos técnicos são realizados por todos os seus membros. Não existe a especialização, salvo a que marca a divisão sexual – aos homens a caça e a guerra, às mulheres a coleta e posteriormente a agricultura. Por último, nessas sociedades se desconhece o conceito de invenção, não é o indivíduo que inventa ou encontra a técnica adequada, mas é a solução que o busca (Ortega y Gasset, 1939, p. 76). Daí o nome de técnica do acaso.

[5] O termo primitivo deve ser lido com cautela. Neste caso, foi escrito de acordo com o contexto e interpretação de Gasset na época.

O segundo tipo de sociedade seria aquele em que as relações com a técnica já não ocorrem por acaso, mas aparece como artesanato. Foram sociedades com esse tipo de técnica as da Grécia antiga, da Roma pré-imperial e da Idade Média. Nessas sociedades o repertório de atos técnicos cresceu enormemente, embora a técnica não tivesse se transformado na única e absoluta base de sustentação das sociedades. A base sobre a qual estas sociedades se apoiaram foi a natureza, ou ao menos assim pensaram seus membros. Aparece uma divisão técnica do trabalho, uma nova figura: o artesão. Pode ser que nessas sociedades não se tivesse muita consciência da existência da «técnica», mas certamente tinham consciência da existência dos técnicos, os artesãos; artesão cujo aprendizado dessas técnicas não é público, mas fechado e hereditário ou controlado pelas agremiações, e que não distinguiam o inventor do executor da invenção.

O terceiro tipo de sociedade é a sociedade atual, onde a relação entre o homem e sua técnica mudou novamente. Esse tipo de sociedade seria impossível sem a técnica, e os membros da mesma são conscientes disso. Nessa sociedade a técnica, como diz Ortega, constituiu-se numa sobrenatureza, da qual já não se pode prescindir. Aqui surge e estende seu domínio a máquina, frente ao instrumento que predominava no tipo anterior de sociedade. Já não é o utensílio que auxilia o homem mas o contrário (Ortega y Gasset, 1939, p. 87). Trata-se da «técnica do técnico», na expressão de Ortega. Nela o técnico e o operário se separam e aparece uma nova figura: o engenheiro. Nessa nossa sociedade da «técnica do técnico»:

> O homem adquire a consciência suficientemente clara de que possui uma certa capacidade, completamente distinta das rígidas, imutáveis, que integram sua porção natural ou animal. Vê que a técnica não é um acaso como na fase primitiva, nem um certo tipo dado e limitado de homem – o artesão –; que a técnica não é essa técnica nem aquela determinada e, portanto, fixa, mas precisamente um manancial de atividades humanas, em princípio ilimitadas.
>
> Essa nova consciência da técnica como tal coloca o homem, pela primeira vez, em uma situação radicalmente diferente da que nunca experimentou; de certo modo antitética. Isso porque até então predominava a idéia que o homem tinha de sua vida a consciência de tudo o que não podia fazer, do que era incapaz de fazer; em suma, de sua debilidade e de sua limitação. Porém, a idéia que temos hoje da técnica nos coloca numa situação tragicômica – quer dizer, cômica, mas também trágica – de que quando ocorre a coisa mais extravagante ficamos inquietos porque intimamente não nos atrevemos a afirmar que essa extravagância é impossível de realizar (Ortega y Gasset, 1939, p. 83).

3.3.2 O desenvolvimento da máquina e sua interação com a sociedade em Lewis Mumford

Em *Técnica y Civilización* (Mumford, 1934), Lewis Mumford pretende fazer um percurso pelas mudanças que a máquina introduziu nas formas da civilização ocidental. Esse percurso pode nos servir para ver outra tipologia das sociedades construída tomando como referência o desenvolvimento tecnológico, se bem que a intenção de Mumford não é fazer um catálogo de sociedades, nem seu principal interesse é sociológico.

Para Mumford (1934), em nossa civilização o desenvolvimento da máquina foi produzido em três ondas sucessivas. Produzidas nos últimos mil anos, essas ondas são chamadas por Mumford – seguindo seu mestre Patrick Geddes –, eotécnica, paleotécnica e neotécnica. Obviamente estas três fases ou tipos de sociedades se desenvolvem no mundo ocidental, onde se difundiu o que ele chama «a máquina».

3.3.2.1 A fase eotécnica

As técnicas que permitem definir a sociedade eotécnica são as que aproveitam a água e a madeira. O período de desenvolvimento dessa etapa se estende aproximadamente desde o ano 1000 até 1750.

Na sociedade eotécnica diminui a importância que os seres humanos tinham tido como fonte de energia e aumenta o uso da energia proveniente do cavalo, graças ao seu melhor aproveitamento mediante duas novas peças: a ferradura e a moderna forma de arreios, com a qual a tração se realiza a partir dos ombros e não do pescoço. O maior progresso técnico do ponto de vista energético se deu em regiões que tinham abundantes fontes de água e de vento, graças à aparição de rodas e moinhos hidráulicos e de vento que permitiram uma melhora substancial em seu aproveitamento.

Junto a estas fontes de energia, a madeira era o material universal da sociedade eotécnica, todas as construções utilizavam madeira em sua estrutura e de madeira eram também as ferramentas utilizadas na construção. Inclusive a maior parte das máquinas e invenções-chave da idade industrial se desenvolveram em madeira antes de serem trabalhadas em metal. Apesar dessa utilização intensa, Mumford considera que o que propiciou a destruição da mata na época foi o uso intensivo da madeira na mineração, na forja e na fundição. Outro dos materiais desse período é o vidro, cuja contribuição à sociedade da época foi muito importante. Mudou a vida no interior das casas mediante seu uso em recipientes e sobretudo em janelas, ampliou a visão por meio das lentes em óculos,

telescópios e microscópios, e foi um fator essencial no desenvolvimento da química e no aperfeiçoamento dos espelhos (Mumford, 1934, p. 147).

São muitos os inventos característicos da sociedade eotécnica. Talvez o mais importante seja o método experimental da ciência, que Mumford considera a maior realização na fase eotécnica (Mumford, 1934, p. 150). A principal inovação mecânica dessa época é o relógio mecânico, seguido, embora não em importância, da imprensa acompanhada pelo papel, a cuja produção foi aplicada à maquinaria movida por energia mecânica. Ele também faz referência à «invenções sociais» dessa civilização, como a universidade e a fábrica (Mumford, 1934, p. 155).

Mumford mostra também debilidades e problemas dessa sociedade. Segundo ele, a principal debilidade não se encontrava na ineficiência e menos ainda na carência de energia, mas na sua irregularidade (Mumford, 1934, p. 159), posto que, como assinalamos, as fontes de energia eram a água e o vento. Também havia «debilidades sociais» dentro do regime eotécnico. A primeira era que as novas indústrias se encontravam fora do controle da antiga ordem. A fábrica de vidro, a mineração e o trabalho do ferro, a imprensa e inclusive as indústrias têxteis deslocavam-se para o campo, fora do controle das municipalidades e dos regulamentos das agremiações. Mumford conclui disso que os «aperfeiçoamentos mecânicos floresceram às expensas dos melhoramentos humanos que tão vigorosamente haviam sido introduzidos pelas agremiações artesanais, e estas últimas por sua vez iam perdendo continuamente força devido ao crescimento dos monopólios capitalistas que abriam uma fenda cada vez mais larga entre os senhores e os trabalhadores. A máquina tinha um sesgo anti-social; tendia, em razão de seu caráter progressivo, às mais descaradas formas de exploração humana» (Mumford, 1934, p. 160).

3.3.2.2 A sociedade paleotécnica

A sociedade paleotécnica teria seu início por volta de 1700, e seu auge teria se produzido entre 1870 e 1900, sendo esta última data coincidente com o início de um movimento de decadência. Nesta etapa a sociedade abandonou seus valores vitais e passou a centrar-se somente nos valores pecuniários. As mudanças nesses valores foram motivadas pela introdução do carvão como fonte de energia. Essa nova fonte de energia tornou-se efetiva mediante novos meios, como a máquina a vapor, e também foi utilizada nos novos métodos de fundir e trabalhar o ferro. A nova sociedade é, pois, um produto do carvão e do ferro.

Em torno de 1780, cristaliza-se o modelo paleotécnico, que se pode ver em uma série de inventos e artefatos técnicos: o carro a vapor de Murdock, o forno de reverbero de Cort, o barco de ferro de Wilkinson, o tear mecânico de Cartwright e os barcos a vapor de Jouffroy e de Fitch. Realizações típicas da sociedade paleotécnica são a ponte e o barco de ferro. A construção de estruturas de ferro, como o Crystal Palace, os primeiros arranha-céus, a torre Eiffel, etc. converteram o ferro em material universal. A indústria militar fez um amplo uso dele. É também um período em que a sociedade se dedica a uma sistemática destruição do meio ambiente. É a sociedade da poluição do ar e da contaminação das águas.

Assim como a paisagem sofreu uma degradação importante, os seres humanos foram tratados com a mesma brutalidade. A esperança de vida dos trabalhadores da época era muito inferior à das classes médias e seu bem-estar social, praticamente inexistente. Tudo isso em nome da produção de mais benefícios.

Que panorama social apresenta Mumford como característico da época paleotécnica? Mumford é bastante crítico com o tipo de sociedade que surgiu aqui. Afirma que a humanidade viu-se contagiada por uma espécie de febre de exploração motivada pela chegada repentina das jazidas de carvão. O modo de exploração de minas se tornou modelo de outras formas subordinadas da indústria e inclusive da agricultura.

> O dano às estruturas e à civilização pelo auge desses novos costumes de exploração desordenada e de gastos esbanjadores permaneceu, ainda que desaparecesse ou não a fonte de energia. Os resultados psicológicos do capitalismo carbonífero – a moral rebaixada, a esperança de conseguir algo sem dar nada, o desprezo por um modo equilibrado de produção e consumo, o habituar-se ao naufrágio e à ruína como componentes normais da esfera humana –, todos esses resultados eram francamente danosos (Mumford, 1934, p. 178).

Junto a isso, Mumford assinala que se produziu a passagem de tecnologias democráticas para outras mais autoritárias (Mumford, 1934): enquanto a energia do vento e da água, próprias da fase eotécnica, eram grátis, o carvão era caro e a máquina a vapor, custosa, de modo que tendia à concentração e ao monopólio. A sociedade paleotécnica se desenvolveu como uma sociedade auto-suficiente, o que só foi possível com o estabelecimento, desde o século XVIII, da noção de progresso. Considerava-se evidente a existência de leis do progresso que se refletiam nas contínuas invenções de máquinas, de novas comodidades, etc.

Era uma sociedade inclinada à realização de benefícios, antes que à produção do necessário para a vida. Essa escassez do necessário era particularmente sentida pelos trabalhadores que não encontravam casas e se viam obrigados a amontoar-se em barracas com péssimas condições higiênicas. Era tal a degradação que, em meados do século XIX, tratou-se de corrigir a situação mediante uma série de medidas legislativas. Nessa nova sociedade, a luta dos trabalhadores pela sobrevivência era constante e feroz.

Deve se dizer que houve resistências a tudo isso não só individuais (Ruskin, Nietzsche, Melville...), mas também coletivas, como as que se propôs o movimento ludista – sobre os luditas veja-se o capítulo «O que é a tecnologia?» e Noble, 1995. A introdução da máquina nessa fase teve outra importante conseqüência social: a divisão do mundo em zonas de produção de máquinas e zonas de produção de alimentos e matérias-primas, o que, segundo Mumford, trouxe conseqüências nefastas que serviram de motivo para a Guerra Civil Americana, ao provocar a queda no consumo de algodão, que reduziu os habitantes de Lancashire à extrema pobreza.

3.3.2.3 A fase neotécnica

Mumford considera que na sociedade dessa época há uma ruptura com o período paleotécnico e, em certo sentido, um retorno a algumas características da sociedade eotécnica. É difícil defini-la como um período determinado posto que ainda estamos imersos nela. Tampouco foi produzida uma ruptura com o período paleotécnico, como a que este realizou com relação ao eotécnico.

Mumford fixa os começos da fase neotécnica no momento em que os geradores de energia tornam-se mais eficientes, por volta de 1832. Em 1850, grande parte das descobertas fundamentais dessa nova fase já haviam sido produzidas: a pilha elétrica, a bateria, o dínamo, o motor, a lâmpada elétrica, o espectroscópio, a teoria da conservação da energia. Entre 1875 e 1900 já se haviam aplicado esses inventos aos procedimentos industriais: a central elétrica, o telefone. Outras invenções características do período foram esboçadas ou completadas até 1900: o fonógrafo, o cinematógrafo, o motor a gasolina, a turbina a vapor, o avião...

A fase neotécnica esteve marcada desde o começo por uma nova forma de energia, a elétrica. A eletricidade que, diferentemente do carvão, podia proceder de várias fontes – o próprio carvão, a correnteza de um rio, as quedas d'água, as marés –, mudou também a possível distribuição da indústria moderna no mundo, posto que essa indústria já não tinha porque situar-se na Europa ou nos Estados Unidos, potências dominantes por seu controle do carvão e do ferro.

A eletricidade, ao contrário do carvão, é muito fácil de ser transferida sem grandes perdas de energia e sem custos excessivos. Ademais, é facilmente convertível de várias maneiras: com o motor pode-se realizar um trabalho mecânico, com a lâmpada, iluminar, com o radiador [6], aquecer, etc. O uso da eletricidade permitiu a sobrevivência das pequenas oficinas frente às grandes fábricas características da sociedade paleotécnica. Não obstante, isso não impediu a concentração de empresas, que é mais um fenômeno que responde a interesses dos empresários ou ao setor financeiro que a puros condicionantes técnicos.

Os materiais característicos desse período são as novas ligas, as terras raras e os metais mais leves – cobre, alumínio. Aparecem também novos materiais sintéticos: celulose, vulcanite, baquelite e resinas sintéticas.

A sociedade neotécnica começa a transformar radicalmente seus sistemas de comunicação, o que constitui uma característica destacada do período. O telégrafo, o telefone e a televisão – recordemos o que Mumford escrevia em 1934 – provocaram contatos mais numerosos, «instantâneos» e a longas distâncias. No entanto, Mumford era bastante crítico com esses artefatos:

> Enfrentamo-nos aqui com uma forma ampliada de um perigo comum a todos os inventos: uma tendência a usá-los, exija ou não a ocasião. Assim, nossos avós utilizavam chapas de ferro para as fachadas dos edifícios, apesar do fato de ser o ferro um conhecido condutor de calor [...]. Eliminar as restrições no estreito contato humano [que era o que propiciavam esses novos inventos para a telecomunicação] foi, em suas primeiras etapas, tão perigoso como a avalanche de populações em direção às novas terras: aumentou as zonas de fricção. Da mesma maneira, mobilizou e acelerou as reações das massas, como as que ocorrem em vésperas de uma guerra, e incrementou os perigos de conflito internacional (Mumford, 1934, p. 260).

Apesar dessa visão, que alguns poderiam considerar excessivamente pessimista, Mumford vê na sociedade neotécnica uma mudança com respeito à atitude que a sociedade paleotécnica tinha sobre o entorno, sobre o meio ambiente. Na fase neotécnica há uma maior preocupação com a conservação do ambiente natural. Darwin e outros haviam posto a descoberto a inter-relação existente no meio natural entre geologia, clima, solo, plantas, animais, bactérias, etc. Mumford cita como exemplo a obra de George Perkins Marsh, que já em 1866 havia alertado sobre os perigos da destruição de morros e do solo em sua obra *O homem e a natureza*.

[6] Aqui com o sentido de calefação de ambientes. Sinônimos para este sentido são, por exemplo, aquecedor e trocador de calor.

George Perkins Marsh nasceu em 15 de março de 1801 nos EUA e morreu no dia 23 de julho de 1882 na Itália. Foi um diplomata erudito e conservacionista cuja obra mais importante – *Man and Nature*, 1864 (O Homem e a Natureza) – constituiu um dos avanços mais significativos em geografia, ecologia e gestão de recursos naturais durante o século XIX. Marsh desenvolveu uma exitosa carreira na prática do direito, contudo sua amplitude de interesses o levou também ao estudo da literatura clássica, das línguas e das ciências aplicadas da silvicultura e da conservação do solo. Após sua passagem pelo Congresso, foi nomeado Secretário para a Turquia, onde aproveitou para estudar geografia e as práticas agrícolas do Oriente Médio e do Mediterrâneo. Foi professor de filologia e etimologia inglesas na Universidade de Columbia e no *Lowell Institute*. Quando Abraham Lincoln o nomeou embaixador para a Itália, aproveitou esse período para resumir sua experiência e conhecimentos em *Man and Nature, or Physical Geography as Modified by Human Action*, em 1864. Marsh foi o primeiro a tratar as pessoas como «agentes geológicos ativos», que podiam «construir ou degradar», mas que, de uma maneira ou outra, eram agentes perturbadores que alteravam a harmonia da natureza e a estabilidade das ordens e adaptações existentes, extinguindo espécies animais e vegetais nativas, introduzindo variedades estrangeiras e restringindo o crescimento espontâneo. Marsh estava preocupado com a destruição da camada florestal. Porém o desflorestamento não era senão um exemplo das muitas maneiras com as quais os norte-americanos, em «o simples ato de colher todas as partes habitáveis da terra», «haviam utilizado sistematicamente mal nossas possessões».

A fase neotécnica também ocasionou à sociedade um controle mais preciso da reprodução humana. A extensão de métodos anticoncepcionais e um melhor conhecimento da sexualidade humana foram elementos fundamentais na transformação das relações entre os sexos e na própria demografia.

Mumford conclui dizendo que:

> Cada uma das fases da civilização da máquina deixou seus frutos na sociedade. Cada uma mudou sua paisagem, alterou o plano físico das cidades, utilizou certos discursos e desprezou outros, favoreceu certos tipos de comodidade e certos atalhos de atividade, e modificou a herança técnica comum. [...] Chamar a essa complicada herança de Idade da Energia ou Idade da Máquina oculta muito do que se põe em relevo. Se a máquina parece dominar a vida de hoje, é só porque a sociedade está mais desorganizada do que estava no século XVII (Mumford, 1934, p. 288).

3.3 Carl Mitcham e as relações entre sociedade e tecnologia

Se Ortega nos servia para apontar uma possível tipologia de sociedades a partir de sua idéia da evolução da técnica e Mumford se centrava na inte-

ração entre «a máquina» e a sociedade, Carl Mitcham (1989b) expõe explicitamente as relações entre tecnologia e sociedade estabelecendo uma tipologia social. A partir da obra de Martin Heidegger, Mitcham fala de três formas de ser com a tecnologia. Não fala de sociedades e sim de épocas histórico-filosóficas, embora não seja difícil considerar essas épocas como outros tantos tipos de sociedade.

Conforme Mitcham, havia um primeiro tipo caracterizado pela atitude de suspeita em relação à tecnologia; é o que se chama «ceticismo antigo». Nesta sociedade a tecnologia é considerada como algo que nos afasta de Deus ou dos deuses. Quanto às suas repercussões éticas, considera-se que a tecnologia solapa a virtude individual e, desde o ponto de vista político, a tecnologia é vista como um elemento que atenta contra a estabilidade social. A técnica é desprezada como fonte ou forma de conhecimento, e suas criações, os artefatos, são considerados como menos reais que os objetos naturais e precisam de um guia externo.

O segundo tipo de sociedade se caracteriza pelo que Mitcham chama «otimismo ilustrado», uma atitude de promoção da tecnologia. Aqui se considera que a tecnologia é ordenada por Deus ou pela natureza.

> David F. Noble (1999) explorou também as relações entre tecnologia e religião, mostrando não só que religião e tecnologia não se opõem senão que podem encontrar-se raízes religiosas na tecnologia ocidental. Argumenta, por exemplo, que o atual entusiasmo tecnológico é devedor das antigas esperanças cristãs sobre a divindade perdida.

Desde o ponto de vista ético considera-se que as atividades técnicas socializam os indivíduos e, socialmente, são criadoras de riqueza pública. Os desenvolvimentos técnicos produzem conhecimentos verdadeiros, visto que nada há mais verdadeiro que a prática. Por último, nesta sociedade considera-se que natureza e artifício trabalham seguindo os mesmos princípios mecânicos. Esta é claramente a sociedade da modernidade que levará ao desenvolvimento industrial.

Em último lugar, Mitcham descreve a sociedade que caracteriza como acometida pelo que chama «desassossego romântico», manifestando uma atitude ambígua para com a tecnologia. Nela a vontade de tecnologia é uma forma da criatividade, que, por manifestar-se como tecnologia, tende a ocupar-se menos de outros aspectos. Esta ambigüidade se repete desde o ponto de vista da ação pessoal, posto que esta sociedade acredita que a tecnologia engendra liberdade, mas a separa da força efetiva necessária para exercitá-la;

pensa-se que socialmente enfraquece os laços de afeto pessoais. Com respeito ao conhecimento, são mais importantes a imaginação e a visão que o conhecimento técnico. Finalmente, julga-se que os artefatos expandem os processos da vida e revelam o sublime.

3.3.4 Javier Echeverría e as sociedades dos três entornos

Javier Echeverría (1999) analisou recentemente as relações entre sociedade e tecnologia, atendendo especialmente às tecnologias telemáticas. Sua distinção entre sociedades de três entornos servirá para concluirmos este estudo sobre tipologias sociais.

O primeiro entorno de que fala o autor é denominado E1. Nele, o meio característico é o natural; a ele a espécie humana foi evolutivamente se adaptando. São sociedades deste primeiro entorno as chamadas culturas de subsistência – sedentárias ou nômades – baseadas na caça, na agricultura, na pesca, na pecuária ou nos recursos naturais. Neste primeiro entorno só se percebe como existente o que está presente fisicamente e à curta distância. Essa presença física e próxima é simultânea à nossa própria presença física. Echeverría fala de «formas próprias» de cada um desses entornos, quer dizer, das sociedades existentes neles. As formas próprias deste primeiro entorno são: o corpo humano, o clã, a tribo, a família, a cabana, o curral, a casa, o túmulo, a aldeia, o trabalho, a troca, a propriedade, a língua falada, a agricultura, a pecuária, os ritos, os lugares sagrados, as divindades...

No segundo entorno (E2), o meio característico é o cultural, social e urbano, isto é, uma sobrenatureza produzida graças à técnica e à indústria. As relações humanas que se dão nas sociedades deste tipo são as próprias das relações urbanas, e o âmbito das relações se amplia nos conceitos de comarcas, territórios, países, etc. Nas sociedades deste segundo entorno foram-se instituindo distintas formas de poder que não existiam em E1, como o religioso, o militar, o político, o econômico, etc. Posto que o desenvolvimento deste segundo entorno não significa o desaparecimento do primeiro, produzem-se conflitos e tensões entre as formas próprias de cada um deles. São formas próprias de E2 a vestimenta, a família, a pessoa, o indivíduo, o mercado, a oficina, a empresa, a indústria, o dinheiro, os bancos, as escolas, os cemitérios, a escrita, as ciências, as máquinas, a justiça, a cidade, a nação, o Estado, as Igrejas... Assim, nas sociedades do segundo entorno, o corpo está recoberto por uma sobrenatureza – roupa, sapatos, chapéu, tatuagens, maquiagens, brincos, óculos... –, que foi produzida graças à técnica e à indústria.

Apesar das diferenças, o que aproxima E1 e E2 e afasta as sociedades de ambos os tipos com respeito a E3 são as propriedades relevantes desde a perspectiva da interação entre os seres humanos: as propriedades mais importantes são, por um lado, topológicas, pois em E1 e E2 nos encontramos em recintos com interior, fronteira e exterior e, por outro lado, com métricas, pois há uma grande dependência da vizinhança e da proximidade, tanto espacial quanto temporal.

E o terceiro entorno, que Echeverría chama de E3?

> Esta nova forma de sobrenatureza depende em grande parte de uma série de inovações tecnológicas. Conforme surjam novos avanços tecnocientíficos, as propriedades do terceiro entorno irão se modificando por ser um espaço basicamente artificial [...].
>
> E3 é possibilitado por uma série de tecnologias, entre as quais mencionaremos sete: o telefone, o rádio, a televisão, o dinheiro eletrônico, as redes telemáticas, a multimídia e o hipertexto. A construção e o funcionamento de cada um destes artefatos pressupõe numerosos conhecimentos científicos e tecnológicos – eletricidade, eletrônica, informática, transistorização, digitalização, ótica, compactação, criptologia, etc. –, motivo pelo qual convém destacar que a construção do terceiro entorno só começou a ser possível para os seres humanos após numerosos avanços científicos e técnicos. O terceiro entorno é um dos resultados da tecnociência, e por isso emergiu naqueles países que conseguiram um maior avanço tecnocientífico: sobretudo nos EUA, onde se descobriram, ou pelo menos se implementaram e difundiram, quase todos esses avanços tecnocientíficos.
>
> Chamando Telepolis – a cidade global, a cidade a distância – ao conjunto de formas de interação social que foram se desenvolvendo em E3 durante as décadas finais do século xx, diremos que tanto E3 como Telepolis tendem a expandir-se por todo o planeta. Contrariamente ao que se costuma dizer, este novo entorno cidadão não se limita a ser uma futura sociedade de informação. Estamos ante uma transformação de maior envergadura baseada em um novo espaço de interação entre os seres humanos, em que surgem novas formas e se modificam muitas das formas sociais anteriores. E3 está modificando profundamente a vida social, tanto nos âmbitos públicos como nos privados: incide sobre a produção, o trabalho, o comércio, o dinheiro, a escrita, a identidade pessoal, a noção de território e a memória, e também sobre a política, a ciência, a informação e as comunicações. Ademais, no terceiro entorno está sendo gerada uma nova modalidade de economia que extrapola os limites dos mercados nacionais e modifica profundamente as relações entre produtores e consumidores. Por último, ao falar de uma cidade global propomos que as múltiplas mudanças que as tecnologias das comunicações estão induzindo no mundo sejam pensadas como outros tantos passos para a construção de uma cidade planetária, não de uma nação e nem de um Estado mundial (Echeverría, 1999, p. 158).

Segundo o autor, em E3 se está produzindo o que se chama uma situação «neofeudal», onde alguns senhores, os senhores do ar – que dão título a uma de suas obras sobre o tema –, controlam em uma relação próxima à vassalagem as pessoas dependentes e submetidas à sua tecnologia. São senhores do ar posto que seu poder não se encontra no território ou no espaço físico próximo, como ocorria em E1 e E2, mas se assenta nos satélites, nas redes de comunicação, nos servidores informáticos, etc.

Como vemos, a idéia de Echeverría que E3 é um novo tipo de sociedade não se distancia muito da «sociedade mundial» de Luhmann, da qual já havíamos falado no começo deste texto; e tampouco se encontra muito distante de outras conceituações anteriores sobre a sociedade atual, que ele mesmo reconhece em sua obra como «aldeia global», «terceira onda», «ciberespaço», «sociedade da informação», «fronteira eletrônica», «realidade virtual», etc. Sua tese é, não obstante, muito original e completa bem outras tipologias anteriores, como a de Mumford.

3.4 A mudança social: algumas interpretações

As sociedades, independente dos seus graus de complexidade, não são só um sistema estático, mas também mudam, apesar de seus membros poderem não ter consciência (ou não a tenham no mesmo grau) dessas mudanças.

Existem diferentes teorias que tratam de explicar a dinâmica social. Vamos repassar as mais destacadas seguindo em parte a obra de Sztompka (Sztompka, 1994). A evolução histórica tem sido vista em algumas ocasiões desde uma perspectiva organicista, entendendo que a sociedade é uma espécie de organismo em evolução. Outra interpretação é a que explica as mudanças a partir da teoria (ou teorias) dos ciclos históricos.

Como foram entendidos e se entendem, por sua vez, os mecanismos pelos quais as sociedades mudam? Em alguns casos foi considerado que são as idéias que atuam como motor da mudança, como forças históricas. Outro ponto de vista assinala a importância do normativo na estrutura social. Há perspectivas que acentuam a importância dos grandes indivíduos – heróis – como agentes de mudança. Por último, considera-se que as forças de mudança são os movimentos sociais, cuja culminação seriam as revoluções. Vamos ver cada uma destas teorias um pouco mais detalhadamente.

As visões da história das sociedades

3.4.1.1 As sociedades como organismos

Esta analogia procede dos fundadores da sociologia. Deter-nos-emos em dois exemplos: Auguste Comte, considerado o pai da sociologia e da filosofia positivista, e Lewis Henry Morgan, cujo enfoque organicista e evolutivo pretende ser mais materialista.

Auguste Comte (Comte, 1898) considerou que a força que dirige a mudança histórica se encontra no terreno da mente ou espírito, nas formas nas quais as pessoas se aproximam de uma compreensão da realidade. A qualidade e quantidade de conhecimento dominado por uma sociedade aumenta de modo constante. Comte falou de três estágios dessa evolução da humanidade: o estado teológico, o metafísico e o positivo. No primeiro, as pessoas se apoiam em explicações e poderes sobrenaturais como causadores dos fenômenos terrenos, domina a vida militar e a escravidão está muito difundida. No segundo, metafísico, as pessoas substituem os deuses por causas e essências abstratas, princípios fundamentais da realidade tais como são concebidas pela razão; dominam as idéias de soberania, império da lei e governo legal. No estado positivo, o último, os indivíduos invocam leis baseadas na evidência empírica, na observação, na comparação e na experimentação; é a época da ciência e da industrialização. Uma vez alcançado este estágio inicia-se um desenvolvimento sem fim, posto que a ciência avança eternamente para adiante.

Lewis Henry Morgan (1878) confere às invenções e descobertas o papel de forças motoras da mudança social. Segundo Morgan, elas transformam gradualmente e por completo a forma de vida das populações humanas. Uma vez alcançadas novas tecnologias, o caráter da sociedade se altera, assim como as formas de vida familiar e a organização do parentesco, etc.

Conforme este autor, a história da humanidade passa por três fases: selvageria, barbárie e civilização, cada uma das quais distinguindo-se por importantes rupturas tecnológicas. Durante a selvageria observa-se a simples subsistência baseada na colheita de frutos e grãos, na utilização do fogo e na pesca, mas também a invenção do arco e da flecha, que permitiu a caça. Na barbárie o mais característico e distintivo é a cerâmica, a domesticação de animais e as técnicas agrícolas, bem como a produção de ferro. A civilização é marcada pela invenção do alfabeto fonético e da escrita. Esta explicação tecnológica teve muita influência posterior.

3.4.1.2 A teoria dos ciclos históricos

A teoria dos ciclos históricos, em lugar de evolução inovadora, vê repetição e recorrência na história. A mudança social e histórica não é linear, e sim circular. Nestas teorias o sistema social que muda será o mesmo – ou muito parecido –, num tempo posterior, ao que foi anteriormente.

Como ilustração deste tipo de teorias mencionaremos a de Osvald Spengler. Ele expôs suas idéias em *A decadência de Ocidente* (Spengler, 1932). Para este autor, não há progresso linear na história, e sim um conjunto de histórias vitais de totalidades orgânicas separadas, encerradas em si mesmas, chamadas «altas culturas». A história só pode ser a biografia coletiva de tais culturas. Cada cultura individual segue o ciclo vital da infância, da juventude, da idade adulta e da velhice; surge, cresce, cumpre seu destino e morre. A fase de decadência da cultura é denominada «civilização». É uma fase petrificada e angustiante, na qual surgem como características uma perspectiva cosmopolita em lugar de local, as vagas relações urbanas substituem os laços de sangue, um enfoque abstrato e científico em lugar da sensibilidade religiosa natural. A agonia de uma civilização pode durar muito, mas ela estará condenada, finalmente, a desaparecer. Spengler distinguiu oito «altas culturas» que estudou: a egípcia, a babilônica, a indiana, a chinesa, a clássica – greco-romana –, a árabe, a mexicana e a ocidental – surgida em torno do ano 1000. Do mesmo modo que o nascimento das culturas, o curso vital de cada uma delas não pode ser explicado causalmente, é uma manifestação da necessidade interna ou do destino, só podendo ser captado por intuição. Tampouco o nascimento das culturas tem causas.

3.4.1.3 O materialismo histórico e a mudança social

O enunciado básico de Karl Marx (1867) é bem conhecido: «não é a consciência que determina a realidade, mas é a realidade que determina a consciência». Deixando de lado as diferentes versões do materialismo histórico ou os matizes dos distintos seguidores de Marx, podemos expor a concepção geral que Marx tem da mudança social, mediante a tabela anexa.

	Formas de produção e propriedade	Classes sociais	Conflitos
Sociedade tribal	• Propriedade comunitária do território. • A família como unidade social. • Casa, pesca, rebanho e agricultura como atividades econômicas.	• Não há classes, só relações de parentesco.	• A produção agrícola aumenta a população gerando-se uma produção especializada que dá lugar a coações.
Sociedade escravagista	• Produção especializada com os escravos como parte dos meios de produção.	• Escravos e cidadãos.	• Aparecem os primeiros conflitos entre classes.
Sociedade feudal	• Produção agrícola em pequena escala como atividade individual ou familiar. • Propriedade individual da terra e dos meios de produção compatível com uma hierarquia de domínio.	• Servo e senhor. • Grêmios artesãos.	• Excesso de produção sobre o consumo. • Produção dirigida mais ao intercâmbio do que à satisfação das necessidades individuais.
Sociedade capitalista	• Meios de produção sociais mas de propriedade privada. • Divisão de trabalho altamente organizada.	• Capitalistas e proletários.	• A tendência ao incremento da mais valia aumenta as tensões entre as classes, o que abre um período revolucionário.
Sociedade comunista	• Meios de produção sociais e de propriedade comum.	• Não há classes.	• Após a pré-história, na qual vigorou a exploração do homem pelo homem, começa a verdadeira história da humanidade.

São os conflitos entre as diferentes classes sociais os motores da mudança social e seu inevitável caminho rumo à sociedade comunista.

3.4.2 Diferentes interpretações do devenir social

3.4.2.1 As idéias como forças históricas

Desde esta perspectiva, considera-se que os elementos relevantes para explicar a mudança social são as crenças, os valores, as motivações, as aspi-

rações... Os fatores explicativos últimos estão localizados no reino das idéias, das crenças categóricas e das crenças normativas sustentados pelas pessoas. O representante destacado desta concepção é Max Weber. Weber se pergunta como surgiu o capitalismo. Responde: foi o resultado da aparição de um novo tipo de empresários e um novo tipo de trabalhadores. O que distingue estes novos tipos? Um *ethos* ou mentalidade específica, o «espírito do capitalismo». Weber vai mais adiante e considera que esse «espírito do capitalismo» está diretamente relacionado com o protestantismo. O que tem o credo protestante que possa levar ao pré-capitalismo? A idéia de vocação: a satisfação de um dever nos assuntos mundanos como forma mais alta de atividade moral e a idéia de predestinação: a obtenção da graça e da salvação em outro mundo como conseqüência de decisões completamente soberanas e livres de Deus, que se manifestaria através do êxito em empresas mundanas. Se se é ocioso e se desperdiça o tempo no prazer e no consumo, isto é sinal de condenação. Esta tese de Weber e sua mensagem central, de que os determinantes importantes dos macro processos históricos se encontram no micro domínio das motivações, crenças e atitudes, foi muito influente na sociologia.

3.4.2.2 O normativo na estrutura social

Dado que a vida social aparece regulada por regras, a ordem das normas, os valores, as instituições que regulam a vida humana são considerados aqui como os principais fatores na explicação da mudança social por muitos autores. A mudança social ou a dinâmica da estrutura social se explica, por exemplo em Robert K. Merton, desde esta perspectiva, pela existência de evasões institucionalizadas das regras. Numa primeira fase se produzem iniciativas comuns de evasão entre grandes coletividades de indivíduos, niveladas com a crença de que «todo mundo o faz», e a tendência a imitar os fraudadores que têm êxito – exemplos disso podem ser a evasão de impostos, colar nos exames, realizar pequenas fraudes na empresa onde se trabalha... O passo seguinte são as evasões segundo padrões; elimina-se a legitimidade de normas institucionais existentes que são substituídas por outras. Seguem-se três variações das evasões institucionalizadas. Em primeiro lugar, a «erosão da norma»: normas estabelecidas há muito tempo não são coerentes com a realidade atual – por exemplo a liberação de costumes sexuais. Em segundo lugar, a «resistência à norma»: as normas que se evitam são novas, recém-introduzidas «por decreto» e se afastam das formas estabelecidas de conduta – por exemplo a resistência a normas legais. E, em terceiro lugar, a «substituição de normas»: uma norma se mantém vigente mas a fraude adquire legitimidade por sua escala e duração. Outra forma na qual se considera que as normas funcionam como motor da mudança é mediante a acumulação de inovações normativas. Isto pode ser exemplificado com uma ruptura inovadora ou descobridora na estrutura de uma tecnologia predominante, com a figura do profeta religioso ou

a autoridade que dita uma nova definição de bondade ou de justiça, etc. Segundo este esquema, iniciada a mudança social – em uma mudança de normas por parte de um indivíduo ou um grupo deles –, a mudança é filtrada por diferentes agentes sociais – há alguns especialistas em «filtragem», como os sensores, os avaliadores de artigos e livros, os conselhos de redação, etc. – e, após a filtragem, produz-se a difusão da mudança que finalmente será legitimada, se chegar a sobreviver.

3.4.2.3 Os grandes indivíduos como agentes da mudança social

Conforme esta perspectiva, as mudanças sociais, as transformações históricas em grande escala, encontram sua explicação nas ações de indivíduos excepcionais por suas qualidades – seus conhecimentos, competência, habilidades, força, astúcia ou «carisma». Eles são os motores da história. Aqui se incluem líderes, profetas, ideólogos, tiranos, governantes, legisladores, gestores... Existem diferentes graus nos modos como estes personagens podem atuar. Colocados em escala podemos assinalar, em primeiro lugar, as atividades cotidianas com motivações egoístas e privadas; ações que se acometem no contexto de um comportamento coletivo, e que são uma soma pouco coordenada de ações individuais – por exemplo, revoltas, explosões de hostilidade... Em segundo lugar, as ações coletivas, voluntárias e coordenadas para alcançar algum bem comum entre os participantes. Em terceiro lugar, as atividades empresariais, para produzir a ação desejada. E, finalmente, as ações políticas, como é o caso do exercício do poder. Há, obviamente, diversos graus e matizes na grandeza dos personagens que, de acordo com este ponto de vista, protagonizam as mudanças sociais. Nem todos deixam a mesma marca no tempo: alguns marcam a posteridade, como Jesus e Buda, César e Napoleão, Bolívar e Martí, Theodore Roosevelt e Adolf Hitler; outros marcam tendências porém de vida mais efêmera, ainda que em seu momento tenham muitos seguidores ou provoquem apreciáveis mudanças sociais: Madonna e Ricky Martin, Versace e Calvin Klein. Também o grau de influência pode ser diferente no espaço, como nos casos da importância espacial de Pinochet e Hitler. Assim mesmo a influência varia na medida em que o faz o objeto de interesse desses personagens; há líderes de ação: generais, políticos, ditadores...; líderes de pensamento: profetas, sábios, filósofos, intelectuais... Também a maneira de «fazer história» destes personagens se apresenta com diferenças. Alguns não seriam conscientes das conseqüências de seus atos, outros se vêem de forma consciente em grandes papéis históricos: Napoleão, Lenin ou Reagan, podem ser exemplos. Como ilustração destas visões da história, segundo as quais tudo o que existe nela são conseqüências de ações individuais, voluntárias, podemos citar Thomas Calyle, que sustentava que «a história universal, a história daquilo que foi conseguido pelos homens nesse mundo é, em última instância, a história dos grandes homens que aqui trabalharam». Essa grandeza se manifesta no poder intelectual para compreender a realidade e na habilidade para agir adequadamente.

3.4.2.4 Os movimentos sociais como forças da mudança

Considera-se aqui que o ator principal das mudanças sociais são os movimentos sociais. Estes movimentos são talvez as forças de mudança mais potentes na sociedade atual. Ainda que os movimentos sociais se caracterizem em geral por uma série de aspectos – coletividade de pessoas agindo de forma conjunta, o fim que se compartilha é alguma mudança na sociedade definida de forma similar pelos participantes, a coletividade possui um baixo nível de organização formal, as ações têm um alto nível relativo de espontaneidade –, foi a partir do materialismo histórico ou do marxismo em geral onde se destacou a importância dos movimentos sociais como agentes da mudança nas sociedades. Para o marxismo, o crescimento sem precedentes das desigualdades sociais, com grandes hierarquias de riqueza, poder e prestígio que acompanham a moderna economia capitalista leva à percepção da exploração, à opressão, à injustiça e à privação. Tudo isso gera hostilidades e conflitos de grupo. As pessoas cujos interesses estão em perigo estão dispostas a lutar contra aqueles que os ameaçam.

Na dinâmica interna de todo movimento social podem-se distinguir quatro estágios:

- *Origens*. Os movimentos sociais se originam em condições sociais historicamente específicas. Surgem dentro de uma estrutura histórica dada. O movimento articula os pontos de vista herdados, tradicionais, os escolhe e seleciona, enfatizando algumas partes, mas nunca produz um sistema ideológico do nada. A estrutura preexistente de desigualdades sociais, as hierarquias estabelecidas de riqueza, poder e prestígio, com as contradições e conflitos resultantes entre seguimentos da população – classes, camadas, grupos de interesse –, é considerada como o fator essencial nas mobilizações. As pessoas afetadas pelas tensões estruturais devem desenvolver certa consciência de sua condição, alguma definição dos fatores ou dos agentes responsáveis pela mesma, alguma imagem de uma possível situação melhor ou algum proveito para escapar da realidade atual. As formas particulares destas podem variar muito, desde os mitos das sociedades primitivas até as distintas formas de ideologia da sociedade moderna – ideologia moral, religiosa, jurídica, política etc. Nesta primeira fase, muitas vezes um sucesso relativamente insignificante desempenha o papel de fator precipitador, iniciando de fato a «corrida» do movimento.

- *Mobilização*. Num primeiro momento são recrutados aqueles que estão mais afetados pelas condições contra as quais se levanta o

movimento, que são mais conscientes e estão mais sensibilizados com respeito aos problemas centrais do movimento. Tais pessoas se somam por convicção e consideram o movimento um instrumento para conseguir as mudanças sociais desejadas. Em uma segunda onda de recrutamento, uma vez que o movimento tenha começado sua marcha, o número de membros cresce, podendo aparecer os oportunistas que se somam com a esperança de obter benefícios tangíveis – cargos lucrativos. É importante para a mobilização a figura dos líderes carismáticos.

- *Elaboração estrutural.* Pouco a pouco vão emergindo novas idéias, crenças, credos. Logo aparecem novas normas e valores. Seguidamente surge uma nova estrutura organizativa interna: novas interações, relações, laços, etc., entre os membros. Por último, emergem novas estruturas de oportunidade, novas hierarquias de dependência, dominação, liderança, influência e poder dentro do movimento.

- *Terminação.* Há duas possibilidades: o movimento vence e portanto perde sua razão de ser desmobilizando e dissolvendo-se. Se não vence, então é suprimido e derrotado, esgotando seu potencial de entusiasmo, decaindo gradualmente sem alcançar a vitória.

Como conclusão cabe apontar que os movimentos sociais encarnam as duas faces da realidade social, a dialética dos indivíduos e das totalidades sociais; possuem uma qualidade intermediária: estão atuando entre os indivíduos e as totalidades sociais completas, não são inteiramente nem conduta coletiva nem grupos de interesse incipientes, mas contêm elementos essenciais de ambos; os movimentos sociais tomam parte na moldagem, na construção e na reforma da sociedade externa, sendo o agente mais importante na construção de estruturas e na mudança social.

3.5 A articulação democrática do social como condição para a participação ativa nas decisões tecnocientíficas

3.5.1 A sociedade atual

Como foi visto anteriormente, todos os autores coincidem quanto à importância social que o complexo científico-tecnológico possui atualmente. As novas formas sociais estão baseadas na ciência. Se em princípio a ciência aplicou seu saber na produção, hoje se aplicam as estratégias produtivas à própria ciência. O último século foi «o século da ciência» (Sánchez Ron, 2000); nos últimos cinqüenta anos viveram mais cientistas que em toda a história anterior, igual ao que sucede com a própria população humana; e a produção de artigos e revistas científicas aumentou, e continua crescendo exponencialmente. Se no princípio a distinção entre ciência básica e ciência aplicada – tecnologia – tinha algum sentido, hoje parece ter desaparecido: desde meados do século XIX, a distância entre um conhecimento básico e sua aplicação prática foi reduzida até quase desaparecer e tornar pouco operativa aquela distinção. Vivemos em sociedades onde, como começou a entrever Mumford e afirma Echeverría, os principais fluxos já não são de energia, e sim de informação. É tal esse fluxo que a informação como tal perdeu valor. Talvez o que se precisa agora para ter poder é saber como utilizar e manejar essa torrente de informações, às vezes contraditórias e sempre complexas.

A sociedade atual é, como foi apontado antes, uma sociedade mundializada na qual as novas tecnologias da comunicação têm contribuído para uma desterritorialização, para a perda de importância das fronteiras geográficas ou políticas tradicionais; uma sociedade em que, por exemplo, a evolução da bolsa do extremo oriente pode ter repercussões catastróficas nas economias dos países do Cone Sul americano. Em muitos casos isto foi acompanhado de um desinteresse pelo vizinho: o que acontece no vizinho pode parecer muito mais distante do que o que ocorre no outro extremo do mundo, tamanho é o poder dos meios de comunicação.

Esta nova sociedade colocou a mudança como novo fetiche, depreciando a estabilidade. Tudo deve encontrar-se em estado de mutação permanente. Progresso e avanço são valores indiscutíveis que passaram do mundo tecnológico ao social e o impregnam absolutamente: as vanguardas artísticas supuseram a transposição destes valores desde o mundo tecnocientífico ao artístico.

Nesta nova realidade globalizada são poucos os atores que podem influir na marcha da realidade sociopolítica; só certos países, algumas grandes multinacionais ou alguns organismos internacionais. Esta distância dos centros de decisão, esta impossibilidade dos cidadãos de intervir de maneira efetiva sobre seu entorno mais próximo tem duas conseqüências: a primeira é o aparecimento de ideologias «tradicionais» que preconizam um retorno – sempre artificial – a supostas essencialidades do passado, sejam elas religiosas ou politicamente tradicionalistas. Uma segunda conseqüência é produto não só desse distanciamento dos espaços de decisão política mas também imprime maior distância entre o que as tecnologias podem fazer e a valoração do que se pode fazer. Quer dizer, a valoração moral ou ética fica muito aquém do que tecnicamente é possível realizar. A maior parte dos avanços tecnocientíficos se encontra fora de um marco ético ou normativo – os exemplos que vêm à mente estão muito próximos: clonagem,

embriões congelados, manipulação genética..., para citar os mais evidentes. Isto faz com que, paradoxalmente, a ética seja um «tema da moda». Dado que «o político» se afasta cada vez mais de nós, dá a sensação de que a única maneira de abordar as questões tecnocientíficas por parte dos cidadãos seja a ética: abordá-la politicamente parece impossível por ser o político um território também reservado a «especialistas». Prestaremos, em seguida, atenção a este ponto expondo alguns enfoques éticos da questão.

Assim, pois, é neste tipo de sociedade inextricavelmente unida à tecnociência, pensável como sociedade mundial – onde é possível pela primeira vez na história a interação no âmbito mundial e na qual desempenham um papel essencial a ciência e a tecnologia, que contribuem para configurá-la e para definir os problemas que se estabelecem na mesma –, que alguns autores situam o protagonismo tecnocientífico das técnicas de reprodução, de manipulação genética, de clonagem, etc. Sobre estas tecnologias biológicas aparecem mais uma vez os debates entre tecnófilos e tecnófobos: os primeiros vêem nelas uma oportunidade única de correção dos males da «natureza humana», ou de toda uma série de problemas alimentares relacionados com a superpopulação. (Recentemente foi produzido um áspero debate na Alemanha, protagonizado por Peter Sloterdijk e sua obra *O zoo humano*, onde uma das propostas que realizava o autor se entendia como uma aplicação da engenharia genética na «melhoria humana» após o fracasso do projeto educativo ilustrado. Habermas interveio na polêmica, por via interposta, acusando Sloterdijk de estar quase ressuscitando os planos de eugenia do nazismo). Para outros, o protagonismo tecnológico em nossa sociedade está nas mãos das tecnologias da informação, razão pela qual não se fala só de «sociedade da informação», mas de «era da informação» (Castells, 1997). São cada vez mais numerosos os que vêem nestas tecnologias uma oportunidade para a «democracia total», uma espécie de retorno ao ideal ateniense segundo o qual cada cidadão da nova comunidade global poderia participar de todas e de cada uma das decisões tomadas pelos políticos profissionais em nossos sistemas democráticos representativos; mas, por outro lado, também se adverte do perigo que estes sistemas de comunicação e de informação poderiam representar para as liberdades se, confundindo o que conforme alguns é a essência da democracia (o diálogo, a busca de consenso...) com a simples emissão de um voto através de uma rede, houvesse quem utilizasse aqueles sistemas para a manipulação, a demagogia, a exclusão, a eliminação das idéias contrárias, etc.

Ao mesmo tempo, nesta sociedade nos deparamos cada vez mais com um crescente desprestígio da «política» ou do «político», que em muitas ocasiões e desde certas ideologias pretende-se que seja uma mostra de maturidade social ou política, e inclusive um ideal a perseguir. Quanto mais pessoas se desinteressarem da coisa pública e se ocuparem do que é seu – cada um que cuide de si –, melhor, posto que, diz-se nessas ideologias, esse é o objetivo de uma sociedade avançada.

Em muitos casos este desprestígio do político pretende ser disfarçado ou substituído por um protagonismo do «técnico», avançando assim na despolitização social: se as decisões que se hão de tomar são técnicas, isto significa que a maioria da população não tem a capacidade nem os recursos para dedicar-se a elas, motivo pelo qual deverão ser delegadas aos especialistas. Trata-se da atualização da velha disputa que já inaugurara Platão no *Protágoras*.

É certo que nas últimas décadas a democracia se estendeu à maioria dos países. E a maior parte dos cidadãos desses países percebe o mundo por uma ótica democrática. Ou seja, situações que em outros tempos se consideravam situações «naturais», como a pobreza de grandes camadas da população ou a submissão absoluta da imensa maioria a uma minoria poderosa, hoje são consideradas como problemas que podem e devem ter uma solução. Nas palavras de Salvador Giner:

> [...] a democracia educou a maioria de quem vive nela, a ver os problemas e aspirações com os quais se enfrenta a comunidade como situações que não dependem da fatalidade e sim da vontade. Têm solução. Nossa tarefa, como agentes racionais que somos, é identificá-las e colocá-las logo em prática através da legislação, da atividade governamental e de outras medidas de origem política, além do que podemos fazer como indivíduos formando livremente nossas associações ou movimentos cívicos, ou trabalhando com afinco. A democracia difunde a convicção de que o mundo depende, em grande parte, de nós mesmos (Giner, 1996, p. 144).

Entretanto, apesar da afirmação de Giner, o que parece acontecer é que a implicação dos cidadãos na busca de soluções através da legislação e da atividade governamental é percebida por muitos como insuficiente e distante. Talvez se tenha substituído precisamente pelo auge do «não-governamental», das organizações que com o nome de «não-governamentais» se esforçam, no melhor dos casos, por tratar de atenuar ou encobrir os problemas sociais. Porém, seguramente estas organizações são mais uma amostra da decadência da paixão política (Ramoneda, 2000), e de sua substituição por outra idéia e outro termo que goza, este sim, de ampla virtude e prestígio social: a ética.

Leituras complementares

BECK, U. (1997): *¿Qué es la globalización?* Barcelona, Paidós, 1998.

MATTELART, A. (1999): *Historia de la utopía planetaria: de la ciudad profética a la sociedad global.* Barcelona, Paidós, 2000.

3.5.2 Considerações éticas em torno da sociedade tecnocientífica

Hans Jonas (1979) propôs a necessidade de estabelecer um «princípio de responsabilidade», que ele entende como um princípio ético, para com as gerações futuras. Para este autor, até tempos muito recentes as ações técnicas dos seres humanos eram moralmente neutras, salvo no caso da medicina, dado que as atividades humanas não podiam provocar um dano permanente à natureza. No mundo atual isso mudou radicalmente, e agora se manifesta a tremenda vulnerabilidade da natureza frente às ações humanas. Os atos técnicos atuais não se limitam ao próximo no espaço, nem sequer no tempo, como ocorria no passado. Por isso Jonas considera urgente a teorização de uma nova ética para um mundo tecnológico que partiria do que ele chama «o princípio de responsabilidade». Jonas aborda a fundamentação dessa nova ética partindo também de uma reflexão metafísica. Esta não seria uma ética de indivíduos, pois tem a ver com ações, mas não as do sujeito individual, ainda que tampouco se poderia exercer desde as estruturas políticas tradicionais. Diz o autor:

> Há outro aspecto digno de menção nesta necessária nova ética da responsabilidade por um futuro remoto e da justificação ante ele: a dúvida sobre a capacidade do governo representativo para responder adequadamente com seus princípios e procedimentos habituais às novas exigências. Deste modo, isto é devido a que, em conformidade com esses princípios e procedimentos, só se fazem ouvir e só se fazem valer, obrigando a tomá-los em consideração, os interesses presentes. As autoridades políticas têm de prestar contas ante eles e é desta forma que se concretiza o respeito aos direitos, diferentemente de seu conhecimento abstrato. Mas o «futuro» não está representado por nenhum grupo; não constitui uma força capaz de fazer notar seu peso na balança. O não existente não é um lobby e os não-nascidos carecem de poder. Assim, pois, a consideração que se lhes devem não tem por trás de si nenhuma realidade política no processo de decisão atual (Jonas, 1979, p. 56).

Outra proposta de uma nova ética para esta sociedade tecnológica é a de Evandro Agazzi (1992), que utiliza a teoria de sistemas como instrumento de análise do complexo científico-tecnológico e de construção desta nova ética. Para Agazzi, embora o sistema científico-tecnológico tenda à auto-suficiência e ao auto-crescimento, não é um sistema fechado e pode receber influências externas. O sistema científico-tecnológico é um subsistema adaptativo e aberto, que atua poderosamente sobre o ambiente em que está imerso, mas que também recebe suas influências. Por outro lado, para o autor, a moral

também é um sistema, o sistema encarregado de proporcionar os pontos de referência «externos» necessários para mantê-lo sob controle. Na opinião de Agazzi, dado que o cientificismo impregna nossa cultura, as éticas que permitem esse controle externo do complexo científico-tecnológico não podem ser aquelas que se encontram mais próximas do mesmo em seus procedimentos, isto é, a ética analítica ou as éticas naturalistas e deterministas. Frente a tais éticas o autor propõe que esse controle externo se exerça desde uma visão sistêmica da ética.

Há várias condições para que a ética possa desempenhar este papel. Uma é a exigência de revalorizar plenamente a existência e o alcance de autênticos e específicos valores morais que se dão na experiência de todos os homens, e que são, por exemplo, o justo, o bem, a lealdade, a benevolência, o respeito, a dignidade da pessoa ou a responsabilidade (Agazzi, 1992, p. 361). Outra é que o sistema científico-tecnológico regule seu funcionamento de tal forma que possa corresponder ao respeito dos critérios de valor e de dever expressos no sistema moral. E aqui é onde Agazzi parece passar do terreno moral ao político, posto que afirma que é preciso que esta regulação seja objetivada mediante relações funcionais ou explícitas, ou seja, através de normas de comportamento públicas e objetivadas em alguma medida, a maior parte das quais estando ainda por elaborar em sua totalidade (Agazzi, 1992, p. 362). Uma terceira condição se refere à eficiência de funcionamento do próprio sistema moral, que não pode funcionar como um sistema fechado. Este autor propõe que o funcionamento da moral deve procurar buscar uma otimização de todos os valores em jogo dentro da situação determinada (Agazzi, 1992, p. 362). Isto significa que nenhum valor deve ser totalmente sacrificado, ou demasiadamente sacrificado, e que a maximização de cada um deles venha limitada justamente pelo compromisso de não prejudicar a adequada satisfação de outros valores, o que afasta a proposta de Agazzi de uma ética de tipo utilitarista. Também se segue daí que não há um único critério para optar por uns ou outros valores; os valores inferiores têm direito a um respeito desde o ponto de vista da otimização comentada. Além disso, não existem valores ou deveres absolutos, a admissão de normas ou valores absolutos conduz a conflitos insolúveis, salvo que se aceite como solução um único valor absoluto.

Como se estabelece a otimização dos valores? Trata-se de instaurar uma confrontação dialética entre as diversas opções disponíveis para julgar desapaixonada e racionalmente de que maneira, na situação efetiva, é produzida a recíproca relação entre valores e deveres, atendo-se à conduta que assegure a otimização, e permanecendo sabedores de que nenhum valor será satisfeito completamente e que alguns serão mais sacrificados que outros, mas que em conjunto a solução escolhida será a «melhor possível» (Agazzi, 1992, p. 362).

Leituras complementares

MITCHAM, C. (1989a): *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona, Anthropos. Especialmente as partes II e III.

PASSMORE, J. (1974): *La responsabilidad del hombre frente a la naturaleza: ecología y tradiciones en Occidente.* Madri, Alianza, 1978.

SANMARTÍN, J. (1988): *Los nuevos redentores.* Barcelona, Anthropos.

SHATTUCK, R. (1998): *Conocimiento prohibido. De Prometeo a la pornografía.* Madri, Taurus.

Conclusão

A maior parte das análises teóricas procedentes da sociologia ou da filosofia social coincidem em assinalar que a sociedade é tanto algo que procede de nossa «natureza» como algo convencional sujeito a modificação. Nossa natureza nos leva a viver em sociedade. Outra coisa é como queremos que seja a sociedade na qual vivemos.

Quase todos os autores coincidem em considerar o desenvolvimento tecnocientífico como um elemento fundamental na hora de «catalogar» os diferentes tipos de sociedade. As sociedades podem ser definidas por seu desenvolvimento tecnocientífico, por sua percepção da tecnociência e sua relação com ela.

Há diferentes teorias que pretendem explicar os mecanismos de mudança social. A sociologia acadêmica mantém posições que não excluem a intervenção de diferentes fatores na hora de explicar essas mudanças. Entretanto, alguns desses fatores se relacionam mais com as teorizações que desde a concepção herdada – positivista – se tem utilizado na hora de expor os mecanismos de desenvolvimento e transformação tecnocientífica.

A sociedade atual é uma sociedade que vive imersa em um mundo onde praticamente tudo o que nos rodeia é de alguma maneira um produto da ciência e da tecnologia. Nesta sociedade se dá um fenômeno ubíquo que permite caracterizá-la: o risco. Os riscos que corremos estão associados com o uso de artefatos tecnocientíficos. Esta situação, e a magnitude e natureza dos riscos que hoje devemos enfrentar, torna necessário o desenvolvimento de novos enfoques éticos como o «princípio de responsabilidade».

Bibliografia

AGAZZI, E. (1992): *El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica.* Madri, Tecnos, 1996.

ALMARAZ, J. (1997): «Niklas Luhmann: la teoría de los sistemas sociales antes de la autopoiesis», em *Anthropos,* 173-174, julho-outubro.

ARISTÓTELES: *Política.* Madri, Alianza, 1996.

AYALA, F. (1947): *Tratado de sociología.* Madri, Espasa-Calpe, 1984.

BECK, U. (1997): *¿Qué es la globalización?* Barcelona, Paidós, 1998.

— (1986): *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad.* Barcelona, Paidós, 1998.

CASTELLS, M. (1997): *La era de la información.* Madri, Alianza.

COMTE, A. (1898): *Discurso sobre el espíritu positivo.* Madri, Alianza.

ECHEVERRÍA, J. (1999): *Los señores del aire: Telépolis y el tercer entorno.* Barcelona, Destino.

GINER, S. (1996): *Carta sobre la democracia.* Barcelona, Ariel.

— (1969): *Sociología.* Barcelona, Península, 1976.

JONAS, H. (1979): *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica.* Barcelona, Herder, 1995.

LAMO DE ESPINOSA, E. (1996): *Sociedades de cultura, sociedades de ciencia. Ensayos sobre la condición moderna.* Oviedo, Nobel.

LÓPEZ CEREZO, J. A. e LUJÁN, J. L. (2000): *Ciencia y política del riesgo.* Madri, Alianza.

LUHMANN, N. (1992): *Observaciones de la modernidad. Racionalidad y contingencia en la sociedad moderna.* Barcelona, Paidós, 1997.

— (1991): *La ciencia de la sociedad.* Barcelona, Anthropos, 1996.

MALSON, L. (1981): *Les enfants sauvages (mythes et réalités), suivi de mémoire et rapport sur Victor de l'Aveyron par Jean Itard.* Paris, France Loisirs.

MARX, K. (1979): *Contribución a la crítica de la economía política.* Editorial Progreso, 1989.

— (1867): *El Capital. Crítica de la economía política.* México, Fondo de Cultura Económica, 1959.

MATTELART, A. (1999): *Historia de la utopía planetaria: de la ciudad profética a la sociedad global.* Barcelona, Paidós, 2000.

MITCHAM, C. (1989a): *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona, Anthropos.

— (1989b): «Tres formas de ser-con la tecnología», em *Anthropos. Filosofía de la Tecnología. Una filosofía operativa de la tecnología y de la ciencia,* 94-95, março-abril.

MORGAN, L. H. (1878): *Ancient society.* Tucson, University of Arizona Press, 1985.

MORIN, E. (1973): *El paradigma perdido. Ensayo de bioantropología.* Barcelona, Kairos, 1996.

MUMFORD, L. (1964): «Técnicas autoritarias y democráticas», em *Anthropos. Tecnología, Ciencia, Naturaleza y Sociedad. Antología de autores y textos,* suplemento 14, 1989.

— (1934): *Técnica y civilización.* Madri, Alianza, 1982.

NOBLE, D. F. (1997): *La religión de la tecnología. La divinidad del hombre y el espíritu de invención.* Barcelona, Paidós, 1999.

— (1995): *Una visión diferente del progreso. En defensa del luddismo.* Barcelona, Alikornio, 2000.

OLIVER, D. (1955): *A Solomon Island society: kinship and leadership among the Siuai of Bouganville.* Cambridge, Harvard University Press.

ORTEGA Y GASSET, J. (1939): *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía.* Madri, Alianza, 1982.

PASSMORE, J. (1974): *La responsabilidad del hombre frente a la naturaleza: ecología y tradiciones en Occidente.* Madri, Alianza, 1978.

PLATÓN (1981): *Diálogos I.* Madri, Gredos.

RAMONEDA, J. (2000): *Después de la pasión política.* Madri, Taurus.

SABATER PI, J. (1992): *El chimpancé y los orígenes de la cultura.* Barcelona, Anthropos.

SALOMON, J. J. (1992): *Le destin technologuique.* Paris, Balland,

SÁNCHEZ RON, J. M. (2000): *El siglo de la ciencia.* Madri, Taurus.

SANMARTÍN, J. (1988): *Los nuevos redentores.* Barcelona, Anthropos.

SAVATER, F. (1992): *Política para Amador.* Barcelona, Ariel.

SHAPIN, S. (1996): *La revolución científica. Una interpretación alternativa.* Barcelona, Paidós, 2000.

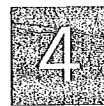
SHATTUCK, R. (1998): *Conocimiento prohibido. De Prometeo a la pornografía.* Madri, Taurus,

SPENGLER, O. (1932): *La decadencia de Occidente. Bosquejo de una morfología de la historia universal.* Barcelona, Planeta-Agostini, 1993.

SLOTERDIJK, P. (1999): *Normas para el parque humano. Una respuesta a la «Carta sobre el humanismo» de Heidegger.* Barcelona, Siruela, 2000.

SZTOMPKA, P. (1994): *Sociología del cambio social.* Madri, Alianza Universidad, 1996.

TESTART, J. (2000): «Los expertos, la ciencia y la ley», em *Le Monde Diplomatique,* 58-59, setembro.

WAAL, F. de (1982): *La política de los chimpancés.* Madri, Alianza, 1993.

4 O que é Ciência, Tecnologia e Sociedade?

4.1 Introdução

A expressão «ciência, tecnologia e sociedade» (CTS) procura definir um campo de trabalho acadêmico cujo objeto de estudo está constituído pelos aspectos sociais da ciência e da tecnologia, tanto no que concerne aos fatores sociais que influem na mudança científico-tecnológica, como no que diz respeito às conseqüências sociais e ambientais. Utilizaremos a expressão «CTS» para fazer referência ao objeto de estudo – às relações ciência-tecnologia-sociedade – e a denominação «estudos CTS» para o âmbito do trabalho acadêmico que compreende as novas aproximações ou interpretações do estudo da ciência e da tecnologia.

Neste capítulo começaremos comentando quais são os antecedentes sócio-históricos das reticências e obstáculos com que importantes segmentos sociais contemplam atualmente o fenômeno científico-tecnológico. Esta visão retrospectiva nos permitirá identificar as mudanças nas atitudes públicas ante a ciência, assim como entender a evolução recente dos modelos políticos implantados nos países industrializados para gerir o desenvolvimento científico-tecnológico. Sobre esta base introduziremos os estudos CTS, entendidos como uma reação acadêmica contra a tradicional concepção essencialista e triunfalista da ciência e da tecnologia, subjacente aos modelos clássicos de gestão política. Veremos a nova imagem do fenômeno científico-tecnológico que emerge desde a década de 1970 associada a este campo acadêmico. Por último, uma reflexão sobre as relações ciência-tecnologia-sociedade no mundo atual conectará os campos do estudo acadêmico e o ativismo social, nos níveis da reflexão ética, e as novas tendências educativas sobre o tema.

4.2 A imagem tradicional da ciência e da tecnologia

A concepção clássica das relações entre a ciência e a tecnologia com a sociedade é uma concepção essencialista e triunfalista, que pode resumir-se em uma simples equação, o chamado «modelo linear de desenvolvimento»: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social.

Esta concepção com freqüência está presente em diversos espaços do mundo acadêmico e nos meios de divulgação. Em sua fundamentação acadêmica encontramos a visão clássica do positivismo acerca da natureza da ciência e sua mudança temporal, cuja formulação canônica procede do Positivismo Lógico, filosofia da ciência que surgiu durante os anos 20 e 30 do século XX das mãos de autores como Rudolf Carnap, em aliança com as aproximações funcionalistas em sociologia da ciência que se desenvolvem desde os anos 40 em que se destaca Robert K. Merton.

Mediante a aplicação do método científico e o acatamento de um severo código de honestidade profissional, espera-se que a ciência produza a acumulação de um conhecimento objetivo acerca do mundo. Para isso, o trabalho científico deve ser objeto de avaliação por seus colegas, que se encarregariam de velar pela integridade intelectual e profissional da instituição, ou seja, pela correta aplicação deste método de trabalho e pelo bom funcionamento deste código de conduta. Este sistema de arbitragem por pares, tal como se denomina, garantiria o consenso e a honestidade na ciência, preveria a controvérsia e evitaria a fraude.

Os mitos do sistema P&D (pesquisa e desenvolvimento)

Daniel Sarewitz identificou em 1996 o que ele considera como mitos principais do sistema P&D, quer dizer, os da concepção tradicional da ciência e os de sua relação com a tecnologia e com a sociedade. São eles, numa versão adaptada, os seguintes:

- *Mito do benefício infinito.* Mais ciência e mais tecnologia conduzirão inexoravelmente a mais benefícios sociais.
- *Mito da investigação sem limites.* Qualquer linha razoável de pesquisa sobre os processos naturais fundamentais é igualmente provável que produza um benefício social.
- *Mito da rendição de contas.* A arbitragem entre pares, a reprodutibilidade dos resultados e outros controles da qualidade da pesquisa científica respondem pelas responsabilidades morais e intelectuais no sistema P&D.
- *Mito da autoridade.* A pesquisa científica proporciona uma base objetiva para resolver as disputas políticas.
- *Mito da fronteira sem fim.* O novo conhecimento científico gerado na fronteira da ciência é autônomo com respeito às suas conseqüências práticas na natureza e na sociedade.

Nesta visão clássica a ciência só pode contribuir para o maior bem-estar social esquecendo a sociedade, para dedicar-se a buscar exclusivamente a verdade. A ciência, então, só pode avançar perseguindo o fim que lhe é próprio, a descoberta de verdades e interesses sobre a natureza, se se mantiver livre da interferência de valores sociais mesmo que estes sejam benéficos. Analogamente, só é possível que a tecnologia possa atuar como cadeia transmissora na melhoria social se a sua autonomia for inteiramente respeitada, se a sociedade for preterida para o atendimento de um critério interno de eficácia técnica. Ciência e tecnologia são apresentadas como formas autônomas da cultura, como atividades valorativamente neutras, como uma aliança heróica de conquista cognitiva e material da natureza.

Leituras complementares

CAPÍTULO «O que é a ciência?».

ECHEVERRÍA, J. (1995): *Filosofía de la ciencia*. Madri, Akal.

FEYERABEND, P. (1975): *Tratado contra el método*. Madri, Tecnos, 1981.

MERTON, R. K. (1973): *La sociología de la ciencia*, 2 vols. Madri, Alianza, 1977.

RODRÍGUEZ ALCÁZAR, F. J. (1997): «Esencialismo y neutralidad científica», em RODRÍGUEZ ALCÁZAR, F. J. e outros (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad.* Granada, Eirene.

As origens da concepção essencialista

A expressão política dessa visão tradicional da ciência e da tecnologia, onde se reclama a autonomia da ciência-tecnologia com respeito à interferência social ou política, é algo que tem lugar imediatamente depois da Segunda Guerra Mundial. Era uma época de intenso otimismo acerca das possibilidades da ciência-tecnologia, por isso a necessidade de apoio incondicional. São expressões dessa época os primeiros computadores eletrônicos (ENIAC, 1946); os primeiros transplantes de órgãos (rins, 1950); os primeiros usos da energia nuclear para o transporte (USS Nautilus, 1954), ou a invenção da pílula anticoncepcional (1955). A elaboração doutrinal desse manifesto da autonomia para a ciência com respeito à sociedade se deve originalmente a Vannevar Bush, um influente cientista norte-americano que foi diretor da Office Scientific Research and Development (Agência para a Pesquisa Científica e o Desenvolvimento) durante a Segunda Guerra Mundial, e teve um papel de protagonista na colocação em marcha do Projeto Manhattan para a construção das primeiras bombas atômicas.

O relatório de Vannevar Bush intitulado *Science: the endless frontier* (*Ciência: a fronteira inalcançável*) traça as linhas mestras da futura política tecnológica norte-americana, reforçando o modelo linear de desenvolvimento: o bem-estar nacional depende do financiamento da ciência básica e do desenvol-

vimento sem interferência da tecnologia, assim como da necessidade de manter a autonomia da ciência para que o modelo funcione. O crescimento econômico e o progresso social viriam por conseqüência. Essa imagem foi sendo corroída desde o início da segunda metade do século XX, e acontecimentos como os de 11 de setembro de 2001 parecem agir como uma luz de alerta com relação a estas visões, planos e conceitos que, fatalmente, em função deste que está sendo considerado um ponto de inflexão histórico, deverão sofrer modificações.

No rastro da história é preciso mencionar que o exemplo dos Estados Unidos será seguido pelo resto dos países industrializados ocidentais durante a Guerra Fria, que se envolveram ativamente no financiamento da ciência para a produção de armamentos para as guerras da Coréia e do Vietnã. Por exemplo, em 1954, é criado na Suíça o Centro Europeu de Investigação Nuclear (CERN, Centre Européen de lá Recherche Nucleaire), como resposta européia à corrida internacional na pesquisa nuclear.

> O progresso na guerra contra a doença depende do fluxo de novos conhecimentos científicos. Os novos produtos, as novas indústrias e a criação de postos de trabalho requerem a contínua adição de conhecimento das leis da natureza, e a aplicação desse conhecimento a propósitos práticos. De uma maneira similar, nossa defesa contra a agressão requer conhecimento novo que nos permita desenvolver novas armas e melhorá-las. Este novo conhecimento essencial só pode ser obtido através da pesquisa científica básica... Sem progresso científico nenhum sucesso em outras direções pode assegurar nossa saúde, prosperidade e segurança como nação no mundo moderno (Bush, 1945/1980, p. 5).

Enfatizando a necessidade de financiamento público da pesquisa básica, poderíamos dizer, seguindo a Steve Fuller (1999, p. 117 e ss.), que se matavam dois pássaros com um só tiro: por um lado se promovia a autonomia da instituição científica frente ao controle político ou ao escrutínio público, deixando nas mãos dos próprios cientistas a localização dos recursos próprios do sistema de incentivo do conhecimento e, por outro, favorecia-se uma projeção de longo prazo da pesquisa que, segundo a experiência da guerra, havia demonstrado ser necessária para satisfazer as demandas militares no âmbito da inovação tecnológica. Somente deste modo podia-se avançar até esta fronteira sem fim, até a verdade como meta inalcançável, tomando o título do escrito de Bush.

Leituras complementares

BARNES, B. (1985): *Sobre ciencia*. Barcelona, Labor, 1987.

SALOMON, J. J. e outros (eds.) (1994): *Una búsqueda incierta: ciencia, tecnología y desarrollo*. México, FCE/Ed. Universidade das Nações Unidas, 1996.

SÁNCHEZ RON, J. M. (1992): *El poder de la ciencia*. Madri, Alianza.

4.2.2 O mal-estar pela ciência

Apesar do otimismo proclamado pelo promissor modelo linear, o mundo foi testemunha de uma sucessão de desastres relacionados com a ciência e com a tecnologia, especialmente desde os finais da década de 1950. Vestígios de resíduos contaminantes, acidentes nucleares em reatores civis de transportes militares, envenenamentos farmacêuticos, derramamentos de petróleo, etc. Tudo isso nos ajuda a confirmar a necessidade de revisar a política científico-tecnológica do *laissez-faire* e do cheque-em-branco e, com ela, a concepção mesma da ciência-tecnologia e sua relação com a sociedade.

É um sentimento social e político de alerta, de correção do otimismo do pós-guerra, que culmina no simbólico ano de 1968, com o auge do movimento contra-cultural e de revoltas contra a guerra do Vietnã. Desde então, os movimentos sociais e políticos anti-sistema fazem da tecnologia moderna e do estado tecnocrático o alvo de sua luta (González García, López Cerezo e Luján, 1996).

> Os protestos (nos Estados Unidos durante 1968) estavam dirigidos fundamentalmente contra a guerra mas também, de um modo mais geral, contra o materialismo cru que se dizia ter nos conquistado. A tecnologia seria convertida em uma palavra com sentido maligno, identificada com os armamentos, a cobiça e a degradação ambiental. As doces canções dos «filhos das flores» se misturavam com os irados cânticos dos militantes universitários, criando uma atmosfera na qual os engenheiros não podiam evitar sentirem-se incomodados (Florman, 1976/1994).

Os anos 60 e 70 do século XX demarcam um momento de revisão e correção do modelo linear como base para o delineamento da política científico-tecnológica. A velha política do *laissez-faire* proposta para a ciência começa a se transformar em uma nova política mais intervencionista, onde os poderes públicos desenvolvem e aplicam uma série de instrumentos técnicos, administrativos e legislativos para encaminhar o desenvolvimento científico e tecnológico e supervisionar seus efeitos sobre a natureza e a sociedade. O estilo da participação pública será desde então uma constante nas iniciativas institucionais relacionadas com a regulação da ciência e da tecnologia.

Leituras complementares

BRAUN, E. (1984): *Tecnología rebelde*. Madri, Tecnos/Fundesco, 1986.

GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A. e LUJÁN, J. L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madri, Tecnos.

Breve cronologia de um fracasso (González García e outros, 1996)

1957 — A União Soviética lança o *Sputnik I*, o primeiro satélite artificial ao redor da terra. Causou uma convulsão social, política e educativa nos Estados Unidos e outros países ocidentais.

— O reator nuclear de Windscale, na Inglaterra, sofre um grave acidente, criando uma nuvem radiativa que se desloca pela Europa Ocidental.

— Explode nos Montes Urais o depósito nuclear Kyshtym, contaminando uma grande extensão ao redor da antiga URSS.

1958 — É criada a NASA, como uma das conseqüências do Sputnik. Mais tarde será criada a ESRQ (Organização de Pesquisa Espacial Européia), precursora da ESA (Agência Espacial Européia) como resposta do velho continente.

1959 — Conferência Rede de C. P. Snow, onde se denuncia o abismo existente entre as culturas humanística e científico-técnica.

Anos 60 — Desenvolvimento do movimento contra-cultural, onde a luta política contra o sistema vincula seus protestos com a tecnologia.

— Começa a desenvolver-se o movimento pró-tecnologia alternativa, no qual se reclamam tecnologias amigáveis ao ser humano e se promove a luta contra o estado tecnocrático.

1961 — A talidomida é proibida na Europa depois de causar mais de 2500 defeitos de nascimento. Muitos outros casos de malformação são constatados em países do terceiro mundo.

1962 — Publicação de *Silent Spring*, por Rachel Carson. Denuncia, entre outras coisas, o impacto ambiental de pesticidas sintéticos como o DDT. É o detonador do movimento ecologista.

1963 — Tratado de limitação de provas nucleares.

— Afunda o submarino nuclear *USS Thresher*, seguido pelo *USS Scorpion* (1968), assim como pelo menos três submarinos nucleares soviéticos (1970, 1983, 1986).

1966 — Cai um B-52 com quatro bombas de hidrogênio perto de Palomares, Almería, contaminando uma ampla área com radioatividade.

— Movimento de oposição à proposta de criar um banco de dados nacional nos Estados Unidos, por parte de profissionais da informática, baseados em motivos éticos e políticos.

1967 — O petroleiro Torry Canyon sofre um acidente e espalha uma grande quantidade de petróleo nas praias do sul da Inglaterra. A contaminação por petróleo converte-se, desde então, em algo comum em todo o mundo.

1968 — O Papa Paulo VI torna pública a rejeição contra o controle artificial da natalidade em *Humanae vitae*.

— Graves revoltas nos Estados Unidos contra a guerra do Vietnã (que, no caso da participação norte-americana, incluiu sofisticados métodos bélicos como o uso do napalm).

— Em maio de 1968 na Europa e nos Estados Unidos acontecem protestos generalizados contra o sistema.

4.3 Os estudos CTS

A reação anterior, que reflete a «síndrome de Frankenstein» na esfera das atitudes públicas, é algo que não se esgota no âmbito social e político. Originários dos finais dos anos 60 e princípios dos anos 70, os estudos CTS, ou estudos sociais da ciência e da tecnologia, refletem no âmbito acadêmico e educativo essa nova percepção da ciência e da tecnologia e de suas relações com a sociedade.

A «Síndrome de Frankenstein» faz referência ao temor de que as mesmas forças utilizadas para controlar a natureza se voltem contra nós destruindo o ser humano. A bela novela de Mary Shelley, publicada em 1818, sintetiza estupendamente esse temor. «Tu és meu criador, mas eu sou o teu senhor», disse o monstro a Victor Frankenstein ao final da obra. Trata-se da mesma inquietação expressa décadas depois por H. G. Wells em *A ilha do Doutor Moreau*, o cientista que tratava de criar uma raça híbrida de homens e animais em uma ilha remota e que considerava estar trabalhando a serviço da ciência e da humanidade. Seus inventos acabam voltando-se contra ele e destruindo-o. Não é, no entanto, um tema novo na literatura. A lenda do Golem, a criatura de barro a serviço do rabino Loew na cidade de Praga nos finais do século XVI é outra variação sobre o mesmo tema. As próprias origens da cultura escrita atestam esse temor. O mito de Prometeu, na Grécia clássica, constitui um exemplo: Prometeu rouba o fogo dos deuses mas não é suficientemente divino para fazer bom uso dele. Também está presente no nascimento da civilização judaico-cristã através do mito do pecado original: provar o fruto da árvore da sabedoria faz recair o castigo de Deus sobre Adão e Eva. Hoje em dia, novelas e filmes, como *Parque dos Dinossauros* contribuem para manter vivo este temor das forças desencadeadas pelo poder do conhecimento.

Os estudos CTS definem hoje um campo de trabalho recente e heterogêneo, ainda que bem consolidado, de caráter crítico a respeito da tradicional imagem essencialista da ciência e da tecnologia, e de caráter interdisciplinar por convergirem nele disciplinas como a filosofia e a história da ciência e da tecnologia, a sociologia do conhecimento científico, a teoria da educação e a economia da mudança técnica. Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas conseqüências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança.

O aspecto mais inovador deste novo enfoque se encontra na caracterização social dos fatores responsáveis pela mudança científica. Propõe-se em

geral entender a ciência-tecnologia não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo (resultante da aplicação de um método cognitivo e um código de conduta), mas sim como um processo ou produto inerentemente social onde os elementos não-epistêmicos ou técnicos (por exemplo: valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas, etc.) desempenham um papel decisivo na gênese e na consolidação das idéias científicas e dos artefatos tecnológicos.

Aquiles e a Tartaruga

Há um maravilhoso fragmento de Lewis Carrol, autor de *Alice no país das maravilhas,* que pode ser citado como exemplo de que as regras que utilizamos para representar e estruturar a realidade mediante a ciência são regras que, em última instância, dependem de convenções humanas. Trata-se de uma conversação fictícia entre Aquiles e a tartaruga acerca da suposta compulsividade das leis da lógica. Veremos aqui a versão de S. Woolgar (1988, pp. 68-69, escritas pelo autor) (a versão original mais extensa de Carroll pode ser encontrada em 1887/1972, pp. 153 e ss.):

«Aquiles e a tartaruga discutem sobre três proposições – A, B e Z – relacionadas entre si de forma tal que, segundo Aquiles, Z "se segue logicamente" de A e B. A tartaruga está de acordo em aceitar que A e B são proposições verdadeiras mas deseja saber o que poderia induzi-la a aceitar Z, pois não aceita a proposição hipotética C que diz: "Se A e B são verdadeiras, então Z deve ser verdade". Aquiles começa então por pedir à tartaruga que aceite C, o que esta faz. Então Aquiles diz à tartaruga: "Se aceitas A, B e C deves aceitar Z". Quando a tartaruga lhe pergunta por que deve fazê-lo, Aquiles lhe diz: "Porque é o seguimento lógico delas. Se A, B e C são verdadeiras, Z deve ser verdade. Suponho que não discutirás isto, verdade?" A tartaruga decide aceitar esta última proposição e chamá-la D.

—Agora que aceitas A, B, C e D aceitarás, logicamente, Z.

—Ah sim? – disse-lhe inocentemente a tartaruga –.Esclareçamos isto. Eu aceito A, B, C e D. Suponhamos porém que ainda resisto em aceitar Z.

—Então a lógica lançará a mão em tua garganta e te obrigará a fazê-lo – respondeu Aquiles triunfalmente. A lógica te diria: "Não tens nada que fazer. Uma vez que aceitasses A, B, C e D deverias aceitar Z". Está vendo, não há outro remédio senão fazê-lo.

—Vale a pena anotar tudo o que a lógica pode dizer-me – disse a tartaruga. Assim, pois, anota em teu livro. Chamaremos E (Se A, B, C e D são verdadeiras, Z deve sê-lo). Evidentemente, enquanto não tenha aceitado isso não poderei aceitar Z. Portanto é um passo bastante necessário, você não acha?

—Sim – disse Aquiles –, e havia um toque de tristeza em sua voz».

Os estudos e programas CTS vêm se desenvolvendo desde o seu início em três grandes direções:

- No campo da *pesquisa,* os estudos CTS têm sido colocados como uma alternativa à reflexão acadêmica tradicional sobre a ciência e a tecnologia, promovendo uma nova visão não essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica.

- No campo da *política pública,* os estudos CTS têm defendido a regulação social da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de diversos mecanismos democráticos que facilitem a abertura de processos de tomada de decisão em questões concernentes a políticas científico-tecnológicas.

- No campo da *educação,* esta nova imagem da ciência e da tecnologia na sociedade tem cristalizado a aparição de programas e materiais CTS no ensino secundário e universitário em numerosos países.

A conexão entre âmbitos tão distintos assim como a complementaridade dos diferentes enfoques e tradições CTS, podem ser mostrados através do chamado «silogismo CTS»:

- O desenvolvimento científico-tecnológico é um processo social conformado por fatores culturais, políticos e econômicos, além de epistêmicos.

- A mudança científico-tecnológica é um fator determinante principal que contribui para modelar nossas formas de vida e de ordenamento institucional; constitui um assunto público de primeira magnitude.

- Compartilhamos um compromisso democrático básico.

- Portanto, deveríamos promover a avaliação e controle social do desenvolvimento científico-tecnológico, o que significa construir as bases educativas para uma participação social formada, como também criar os mecanismos institucionais para tornar possível tal participação.

Enquanto a primeira premissa resume os resultados da pesquisa acadêmica na tradição CTS de origem européia, centrado nos estudos dos antecedentes sociais da mudança em ciência-tecnologia, a segunda recolhe os resultados de outra tradição mais ativista, com origem nos EUA, centrada mais nas conseqüências sociais e ambientais da mudança científico-tecnológica e nos problemas éticos e reguladores suscitados por tais conseqüências. A natureza

valorativa da terceira premissa justifica o «deveríamos» da conclusão (González García, López Cerezo e Luján, 1996).

Diferença entre as duas tradições CTS

Tradição européia	Tradição americana
Institucionalização acadêmica na Europa (em suas origens).	Institucionalização administrativa e acadêmica nos EUA (em suas origens).
Ênfase nos fatores sociais antecedentes.	Ênfase nas conseqüências sociais.
Atenção à ciência e, secundariamente, à tecnologia.	Atenção à tecnologia e, secundariamente, à ciência.
Caráter teórico e descritivo.	Caráter prático e valorativo.
Marco explicativo: ciências sociais (sociologia, psicologia, antropologia, etc.).	Marco avaliativo: ética, teoria da educação.

Leituras complementares

ALONSO, A.; AYESTARÁN, I. e URSÚA, N. (eds.) (1996): *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad.* Estella, EVD.

MEDINA, M. e SANMARTÍN, J. (eds.) (1990): *Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública.* Barcelona, Anthropos.

NÚÑEZ JOVER, J. e LÓPEZ CEREZO, J. A.: «Ciencia, tecnología y sociedad en Cuba», <http://campus-oei.org/cts/cuba.htm>.

GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A. e LUJÁN, J. L. (eds.) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas.* Barcelona, Ariel.

RODRÍGUEZ ALCÁZAR, F. J. e outros (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad.* Granada, Eirene.

Bibliografias CTS

LÓPEZ CEREZO, J. A.: «Bibliografía básica sobre CTS», <http://www.campus-oei.org/cts/bibliografia.htm>.

GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.: «Bibliografía sobre género y ciencia», <http://www.campus-oei.org/cts/genero.htm>.

SANTANDER GANA, M.: *Ciencia, tecnología,* «Naturaleza y sociedad. Base de datos bibliográfica», <http://www.campus-oei.org/cts/santander.htm>.

ENLACES EM INTERNET CTS: Organismos Públicos de Ciência y Tecnologia; Foros; Programas y Redes Internacionais; Associações. Procure a partir do enlace: <http://www.oei.es/ctsenla.htm>.

4.3.1 A tradição européia dos estudos CTS

A chamada tradição de origem européia dos estudos CTS é uma forma de entender a «contextualização social» dos estudos da ciência: analisar o modo como a diversidade de fatores sociais influi na mudança científico-tecnológica (González García, López Cerezo e Luján, 1996). São várias as escolas ou programas que podem colocar-se dentro desta tradição. Os mais conhecidos são: o Programa Forte, o Programa Empírico do Relativismo EPOR, o SCOT ou construção social da tecnologia, bem como novas extensões do programa forte como os estudos de laboratório, a teoria da rede de atores e os estudos de reflexividade. Vejamos brevemente alguns deles.

4.3.1.1 O Programa Forte

Ver o item 1.3.2

4.3.1.2 O Programa Empírico do Relativismo

Ver o item 1.3.2

4.3.1.3 A construção social da tecnologia

A partir da sociologia do conhecimento foram desenvolvidos diferentes enfoques para analisar a tecnologia, como por exemplo o SCOT (*Social Construction of Technology* – construção social da tecnologia), derivado do programa EPOR (Programa Empírico do Relativismo). O EPOR é um programa elaborado pela sociologia do conhecimento científico, que trata de estabelecer a estrutura fina do conhecimento científico sob uma ótica social.

O SCOT parte da premissa de que o desenvolvimento tecnológico pode ser adequadamente descrito como um processo de variação e seleção (ver o item 1.3.2).

> O SCOT é um programa de pesquisa inspirado claramente em uma epistemologia evolucionista. Se esta última pretende explicar a configuração de nossas categorias intelectivas sob o referencial da teoria da evolução (mutação + seleção), o SCOT trata de explicar a sobrevivência e evolução das configurações tecnológicas (Sanmartín e Ortí, 1992, p. 60).

Considera-se que a configuração da tecnologia que teve êxito não é a única possível e, portanto, esse êxito é o *explanandum,* não o *explanans.* O SCOT elabora modelos multidirecionais nos quais visa explicar porque umas variantes sobrevivem e outras perecem. Para realizar isto avaliam-se os problemas que cada variante soluciona e, posteriormente, determina-se para que grupos sociais se estabelecem estes problemas. O processo de seleção de variantes aparece assim como um processo claramente social, superando a concepção linear de progresso científico-tecnológico. Ou seja, este enfoque investiga como se constroem os artefatos tecnológicos por meio de processos sociais. Um artefato técnico, por exemplo a bicicleta, não se «inventa» sem que se desenvolva através de um processo social no qual grupos sociais de usuários influenciam o posterior desenvolvimento dos protótipos. Cada artefato estabelece certos problemas a seus usuários, e a solução a esses problemas cria um novo artefato mais adaptado às suas necessidades. Um dos principais méritos do enfoque SCOT é sua crítica ao determinismo tecnológico implícito na concepção tradicional do desenvolvimento tecnológico.

Um exemplo da aplicação com êxito do EPOR se deve a Wiebe Bijker e Trevor Pinch, em seu estudo sociológico do desenvolvimento da bicicleta – em Bijker e outros (1987), atualizado por Bijker em 1995. Este simples artefato exemplifica a natureza social da mudança tecnológica, uma mudança onde a eficácia e o êxito não estão definidos de antemão e sim que são resultados de processos de interação social. O senso comum, profundamente influenciado pela concepção tradicional da tecnologia, nos diz que a história da bicicleta é uma história linear de melhoria contínua desde as clássicas bicicletas do século XIX, com uma exagerada roda dianteira, sem câmara de ar e com tração dianteira direta, até as versões rudimentares da bicicleta atual, com rodas iguais, câmara de ar e tração traseira através de corrente. Isto é, trata-se de uma história linear de melhoria acumulativa ainda que conte com alguns desenhos alternativos que resultaram em fracasso. Apesar desses becos sem saída – manifesta-nos a visão clássica –, os protagonistas desta história conseguiram discernir com clareza as melhorias no projeto e construção. Para isso se limitavam a aplicar o critério de eficácia técnica, eficácia em satisfazer a demanda social de transporte simples, econômico e seguro.

No entanto, como exemplificam Bijke e Pinch, (Bijker e outros, 1987), essa história é uma ficção, uma reconstrução retrospectiva: diante de um projeto bem sucedido que se consolida após um processo de negociação social, reescreve-se o ocorrido como evolução necessária, encerrando a história real numa caixa preta. Seja um projeto mais eficaz, uma autêntica necessidade social ou uma boa bicicleta, nada disso era, em princípio, algo dado: eram, precisamente, ao contrário, algumas das coisas que se ventilavam nesse processo de negociação social, um processo que tem lugar no último quarto do século XIX e que implica uma série de grupos sociais que tratam de fazer valer sua própria visão do problema. Entre esses grupos encontramos alguns nitidamente definidos, como os engenheiros e fabricantes de bicicletas, e outros mais difusos, como os ciclistas, os anticiclistas ou as mulheres. O importante é que cada grupo representa uma particular versão do que seja uma boa bicicleta, em função de seus interesses e de suas necessidades. A bicicleta atual não é nada mais que o resultado contingente deste processo de negociação social entre esses atores ou grupos sociais.

Por exemplo, um elemento técnico tão simples como uma câmara de ar não constituía claramente uma melhoria para todos os atores envolvidos. Para as mulheres era uma melhoria, pois implicava uma diminuição das vibrações. Obviamente o era também para Dunlop e outros fabricantes de câmaras. Entretanto, não era melhoria para os ciclistas, pois além de não reconhecer em absoluto a vibração como problema, consideravam em princípio mais rápidos os pneus sólidos (mais tarde mudaram de opinião com a introdução de bicicletas com câmaras nas competições). De nenhum modo era uma boa inovação para os engenheiros, que consideravam a câmara como uma monstruosidade, uma inovação problemática que podia ser substituída por inovações mais simples e apropriadas. Como está claro, cada grupo atribuía um significado diferente à câmara, entendia de um modo distinto a palavra «eficácia» ou «boa bicicleta». Mais um pouco poderíamos dizer das rodas assimétricas, do tamanho relativo da roda dianteira, do sistema de frenagem, da localização e desenho do selim, do sistema de tração, etc.

Deste modo, o desenvolvimento tecnológico, nesta concepção, não é um processo linear de acumulação de melhorias, e sim um processo multidirecional e quase-evolutivo de variação e seleção (quase-evolutivo porque, ao contrário da evolução biológica, a produção de variação não é cega). Os problemas técnicos não constituem fatos sólidos como pedras, mas admitem certa flexibilidade interpretativa. Num determinado contexto histórico e cultural, distintos atores sociais com diferentes interesses e valores verão um problema de formas alternativas, propondo distintas soluções baseadas nesses interesses e valores. Na seqüência, os atores, como em qualquer processo de negociação política, sacarão suas melhores armas no exercício da persuasão e do poder, tentando aliar os competidores com seus próprios interesses e, desse modo, fechar a flexibilidade interpretativa do problema original (são os chamados «mecanismos de fechamento»). Como

resultado da interação entre distintos atores se produzirá o fechamento e seleção final de um determinado projeto. O passo seguinte na modificação temporal deste projeto reproduzirá um novo ciclo em tal esquema de variação e seleção. O êxito, concluindo, não explica porque temos a tecnologia que temos, posto que existem distintas formas de entender o êxito e, portanto, devemos falar de poder e de negociação na hora de explicar que tecnologia vamos desenvolver e que problemas tratamos de resolver mediante a mesma.

O enfoque construtivista, tal como foi elaborado por Pinch e Bijker (1984), produz a seguinte metodologia. O objetivo é analisar a variabilidade da interpretação nos dados no caso da ciência, ou a variabilidade na interpretação dos projetos tecnológicos no caso da tecnologia. Para isso se estudam as controvérsias científicas ou tecnológicas analisando as diferentes opções dos grupos sociais relevantes. Na seqüência, são analisados os mecanismos pelos quais se reduz a variabilidade interpretativa, de forma que se chega a uma interpretação de que o fechamento é possível.

A tradição norte-americana de estudos CTS

Outra forma de entender a «contextualização social» do estudo da ciência é a chamada tradição de origem norte-americana nos estudos CTS (González García, López Cerezo e Luján, 1996). Esta é uma tradição mais centrada nos estudos das conseqüências sociais e ambientais da ciência e da tecnologia. É uma tradição onde, frente ao uso das ciências sociais como referencial explicativo da tradição de origem européia (Programa Forte, EPOR, SCOT...), recorre-se à reflexão ética, à análise política e, em geral, a um referencial compreensivo de caráter humanístico. Revisemos brevemente alguns dos principais âmbitos de trabalho desenvolvidos nesta tradição: a participação cidadã nas políticas públicas sobre ciência e tecnologia.

4.3.2.1 A regulação social da ciência

Autores como Dorothy Nelkin, Langdon Winner, K. Shrader-Frechette, D. Collingridge ou S. Carpenter são a origem de diversas elaborações teóricas e de propostas práticas, em alguns casos ensaiadas institucionalmente, para aprofundar democraticamente a regulação social das mudanças científico-tecnológicas. É a resposta lógica a uma crescente sensibilização e ativismo social sobre os problemas relacionados com políticas de inovação tecnológica e intervenção ambiental, problemas que, como foi comentado anteriormente, ocupam já há algumas décadas um lugar destacado nos meios de comunicação, na opinião pública e nas

agendas políticas. Não é, portanto, uma surpresa que a participação pública nessas políticas sejam percebidas hoje em dia não só por autores CTS, mas também por numerosos governos e por muitos cidadãos, como um importante assunto para a sociedade democrática. A reunião de Budapeste de 1999 é um testemunho desta inquietação.

Diferentes autores, afortunadamente cada vez menos, argumentam que é melhor deixar com os especialistas as decisões com relação à gestão do risco gerado pela aplicação do conhecimento científico e pela utilização dos artefatos tecnológicos. Esta afirmação reflete a idéia-chave do argumento tecnocrático: o público nunca há de envolver-se em tudo que tenha a ver com a ciência e a tecnologia; a ciência é uma instituição autônoma e objetiva. Dada a complexidade das questões e as rápidas mudanças na definição dos problemas e suas soluções, o público perde tempo quando trata de formar parte da solução dos problemas técnicos. As elites, argumentam os tecnocratas, tomarão as decisões mais racionais e adequadas. No entanto, perante este argumento tecnocrático, há um bom número de poderosas razões para defender a participação do público na gestão das mudanças científico-tecnológicas. Assim, por exemplo, Carl Mitcham (1997) destaca a existência de oito argumentos:

- O primeiro provém do realismo tecno-social, afirmando que os especialistas simplesmente não podem escapar da influência pública. Haverá uma influência, seja dos governos, seja de outros grupos de interesse, mas a influência é inevitável. As decisões tecnocientíficas nunca são neutras.

- Um segundo argumento vem da demanda do público, como mostram as síndromes *not-in-my-back-yard* (NIMBY: não no meu quintal) e *build-absolutely-nothing-any-where* (BANA: nada-em-nenhum-lugar), de que sem a participação e aprovação do público nada se realizará.

- O terceiro vem da psicologia. Não é infreqüente que os especialistas tendam a promover seus interesses às custas dos interesses do público em geral.

- Um quarto argumento provém das conseqüências da mudança científico-tecnológica defendendo que aqueles que se vêem diretamente afetados pelas decisões técnicas poderiam e deveriam ter algo a dizer sobre o que lhes afeta.

- O quinto procede da autonomia moral. Os seres humanos são agentes morais. Como argumentou mais radicalmente Kant, as pessoas

vêem sua autonomia moral seriamente diminuída quando as decisões que afetam suas vidas são realizadas por outros.

- O sexto é o pragmático, bastante próximo ao segundo, conforme o qual a participação pública levará a melhores resultados.

- Um sétimo argumento deriva do clássico ideal ilustrado da educação. Somente a participação educará os indivíduos e os fará mais sabedores acerca de seu próprio apoio político e econômico, bem como sobre a complexidade dos riscos e benefícios da tecnologia.

- Finalmente, o oitavo emana das realidades da cultura pós-moderna. A característica predominante na ética da cultura pós-moderna é a perda de todo o consenso moral forte. Tolerância, diversidade, relativismo, minimalismo ético, são as marcas das tecnoculturas avançadas. O melhor em tal situação é o consenso democrático participativo. De outro modo, a tecnociência criará seus próprios incentivos e sua própria autoridade que romperá essa diversidade.

A enumeração de um conjunto de argumentos, mais ou menos conectados, pode parecer um mero exercício acadêmico e teórico. Porém, proporciona uma série de instrumentos para enfrentarmos os diversos desafios com respeito ao ideal da participação pública na tomada de decisões científico-tecnológicas. Por exemplo, tão prontamente como os cientistas reivindicam a objetividade científica para evitar a entrada do público na gestão tecnológica, pode-se fazer uso do primeiro argumento, o do realismo tecno-social.

Esta série de argumentos pode reduzir-se a três fundamentos expostos por Daniel Fiorino (Fiorino, 1990):

- Argumento instrumental.
- Argumento normativo.
- Argumento substantivo.

O instrumental defende que a participação é a melhor garantia para evitar a resistência social e a desconfiança nas instituições. A participação pública na gestão das decisões sobre o risco faz com que estas sejam mais legítimas e levem a melhores resultados. De acordo com o argumento normativo, a orientação tecnocrática é incompatível com os ideais democráticos. Os cidadãos são os melhores juízes e defensores de seus próprios interesses. O argumento normativo se

baseia no pressuposto de que um dos pilares da democracia supõe que ser cidadão significa ser capaz de participar nas decisões que o afetam ou que afetam a sua própria comunidade. Por último, segundo o argumento substantivo, os juízos dos leigos são tão válidos quanto os dos especialistas. Os leigos, especialmente aqueles que possuem um conhecimento familiar do entorno em que vivem, objeto de intervenção, vislumbram problemas, questões e soluções que os especialistas esquecem, desconhecem ou desconsideram como realidade local. Estudos sobre os juízos dos leigos com relação aos riscos tecnológicos revelam uma sensibilidade aos valores sociais e políticos que os modelos teóricos dos especialistas não reconhecem.

O núcleo da questão não é impor limites *a priori* ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia nem estabelecer alguma classe de controle político ou social do que fazem os cientistas e engenheiros, mas sim renegociar as relações entre ciência e sociedade: estabelecer quem deveria determinar objetivos políticos em ciência e tecnologia e quem deveria supervisionar seu cumprimento. Os lemas desta renegociação são bem conhecidos: «participação popular», «ciência para o povo», «tecnologia na democracia», etc. A tradicional prestação de contas a cada quatro ou cinco anos por parte de governos e parlamentos nas sociedades democráticas tem demonstrado ser, desde esse ponto de vista, uma forma indireta de controle social demasiadamente débil ante uma transformação científico-tecnológica cada vez mais vertiginosa e que traz problemas cada vez mais prementes.

Contudo, como assinala por exemplo Dorothy Nelkin (1984), a identificação de atores sociais e a coordenação de seus interesses na participação pública é uma tarefa que está longe de ser simples devido à disparidade de pontos de vista, de graus de informação, de nível de consciência e de poder de cada um.

Com base do reconhecimento dessa diversidade de segmentos sociais, com relação a tipos de cidadãos e também de grupos sociais, a literatura sobre a participação pública assinala habitualmente um conjunto de critérios que permite avaliar o caráter democrático de iniciativas de gestão pública em política científico-tecnológica (ver, por exemplo, Fiorino, 1980; Laird, 1993):

- *Caráter representativo.* Deve produzir-se uma ampla participação no processo de tomada de decisões. Em princípio, quanto maior for o número e diversidade de indivíduos ou grupos envolvidos, mais democrático pode considerar-se o mecanismo participativo em questão.

- *Caráter igualitário.* Deve permitir a participação cidadã em pé de igualdade com os especialistas e as autoridades governamentais. Isto implica, entre outras coisas, transmissão de toda a informação,

disponibilidade de meios, não intimidação, igualdade de trato e transparência no processo.

- *Caráter efetivo*. Deve traduzir-se em um influxo real sobre as decisões adotadas. Para isso é necessário que se produza uma delegação da autoridade ou um acesso efetivo para aqueles que a detêm.

- *Caráter ativo*. Deve permitir ao público participante envolver-se ativamente na definição dos problemas e no debate dos seus principais parâmetros, e não considerar somente reativamente sua opinião no terreno das soluções. Trata-se de fomentar uma participação integral onde não existam portas fechadas de antemão.

Existem duas grandes teorias da democracia com relação ao tema da participação pública na gestão da política científico-tecnológica: o pluralismo e a teoria da participação direta, que são fundamentais para definir quem participará. O pluralismo é uma teoria da democracia baseada nas ações dos grupos de interesse organizados voluntariamente. Os cidadãos assumem unir-se para apoiar estes grupos a fim de fomentar seus interesses, de modo que o governo democrático é visto como o funcionamento livre e bem sucedido destes grupos através da interação de uns com os outros e com o governo. A participação direta, em troca, fundamenta-se na noção de que governabilidade democrática implica a intervenção dos indivíduos como tais no estabelecimento das diversas políticas. A comparação das diferenças e das semelhanças nos proporciona uma visão maior e mais ampla do que significa defender que alguma forma de participação é democrática.

Ambas teorias compartilham uma série de pressupostos comuns. Por exemplo, exigem que os cidadãos intervenham na formação das políticas de maneira que vão mais além do mero ato de depositar um voto em uma urna e deixar o resto para a elite de políticos e o estado administrativo, para que se dê um adequado funcionamento à democracia. Ainda que a forma de participação difira, ambas teorias rechaçam aquela definição da democracia segundo a qual esta não é nada mais que um processo para eleger um governo no qual as elites competem para conseguir o apoio das massas. As duas teorias requerem que a participação seja significativa em dois sentidos: que capacite melhor os cidadãos para compreender seus interesses e como estes podem afetar as decisões que tenham impacto sobre seus interesses, por um lado, e que prepare os cidadãos para que tenham alguma classe de influência substantiva sobre o resultado da política atual, por outro. Porém, também há uma série de divergências entre ambas teorias. Os pluralistas estão comprometidos com as ações dos grupos, enquanto que a participação direta está comprometida com os indivíduos. Para eles, os grupos são organizações voluntárias às quais as pessoas se unem e apoiam para potencializar seus interesses. Mediante atuação coletiva, a pessoa pode promover seus interesses de forma

muito mais eficaz do que do modo que faria como indivíduo. Pelo fato de os grupos serem voluntários, a pessoa pode formar tantos grupos quanto deseja, e os indivíduos podem pertencer a tantos grupos quantos queiram. As democracias pluralistas podem funcionar de forma correta somente se os grupos podem funcionar corretamente. Por outro lado, a participação direta insiste na autoridade dos indivíduos. Este requisito tem sérias implicações sobre o que se entende por participação. Não é suficiente unir-se a um grupo. As pessoas devem intervir diretamente como indivíduos. As duas teorias também diferem acerca do que enfatizam. O pluralismo acentua o resultado, como se distribuem os benefícios e os riscos na sociedade. Por sua vez, a participação direta acentua dois elementos: os resultados e os efeitos educativos e psicológicos sobre os participantes. Esta diferença estabelece importantes divergências sobre como as pessoas vêem as teorias e os efeitos da atividade política sobre elas. Os pluralistas estabelecem a necessidade de certas precondições sociais para que o sistema democrático funcione corretamente.

Deste modo, desde a teoria da participação direta, os atores que devem intervir são:

- Pessoas diretamente afetadas pela inovação tecnológica ou pela intervenção ambiental.
- Público envolvido, ou melhor, público potencial diretamente afetado.
- Consumidores dos produtos da ciência e da tecnologia.
- Público interessado por motivos políticos e ideológicos.
- Comunidade científica e engenheiril.

E, desde a teoria pluralista:

- Grupos de cidadãos.
- Organizações não governamentais (ONG).
- Associações de cientistas.

Neste ponto é interessante ver como os argumentos normativos que estabelece Fiorino são importantes, não somente como razões válidas que fundamentam a intervenção do público como critérios normativos para avaliar os diferentes mecanismos de participação, mas também como critérios que nos permitem definir o público. A este respeito Perhac examina como cada um dos argumentos de Fiorino implica e leva a uma concepção diferente do público. Ao mesmo tempo, mantém que só no contexto destas razões específicas para o envolvimento do públi-

co pode ser formulada e respondida significativamente a questão de quem é o público. Quer dizer, a questão de quem é o público não é uma questão puramente descritiva, mas que se insere necessariamente em pré-suposições normativas.

Revisemos agora, com base nas condições anteriores, algumas das principais opções de participação pública que foram ensaiadas em diversos países, especialmente Austrália, Estados Unidos, Países Baixos, Reino Unido e Suécia, possivelmente os mais dinâmicos neste sentido (Mendez Sanz e López Cerezo, 1996; García Palacios, 1998).

Em primeiro lugar, no âmbito administrativo, destacam-se:

- *Audiências públicas.* São habitualmente fóruns abertos e pouco estruturados nos quais, a partir de um programa previamente determinado pelos representantes da administração, o público é convidado a escutar as propostas governamentais e a comentá-las.

- *Gestão negociada.* Desenvolve-se por parte de um comitê negociador composto por representantes da administração e por grupos de interesse envolvidos, por exemplo a indústria, as associações profissionais e as organizações ecológicas. Os participantes têm acesso à informação relevante, assim como à oportunidade de persuadir outros e de alinhá-los com sua posição. Os representantes governamentais se comprometem (na medida em que estejam autorizados) a assumir publicamente como próprio o possível consenso alcançado.

- *Painéis de cidadãos.* Esse tipo de mecanismo está baseado no modelo do jurado, ainda que aplicado a temas científico-tecnológicos e ambientais. Sob este mote podem agrupar-se modelos com caráter decisório ou meramente consultivo. A idéia que os inspira é que cidadãos comuns (escolhidos por sorteio ou por amostra aleatória) reúnam-se para considerarem um assunto no qual são leigos. Após haver recebido informações de peritos e autoridades, os cidadãos discutem alternativas e emitem recomendações aos organismos oficiais. Estes painéis, ao contrário das audiências públicas, permitem uma busca ativa de evidência, interrogar especialistas e uma exploração mais profunda dos problemas abordados.

- *Pesquisas de opinião.* Sobre diversos assuntos relacionados com inovação tecnológica ou com intervenção ambiental. Seu propósito é proporcionar um testemunho da percepção pública sobre um assunto determinado, de modo que possa ser levada em conta pelo poder legislativo ou executivo.

Em segundo lugar, no âmbito judicial, quiçá mais familiar para nós:

- *Questionar em juízo.* Que se converteu em muitos países ocidentais no principal procedimento que os cidadãos têm para restringir e dirigir a mudança tecnológica.

E, por último, dentro dos países com economia de mercado, encontramos:

- *Consumo diferencial* de produtos científico-tecnológicos, sejam frigoríficos, alimentos ou peças de vestuário, naqueles países cuja legislação nacional sobre marcas permite exercer esta forma de controle social (ver Todt e Luján, 1997).

Todos os procedimentos administrativos e judiciais, em particular, apresentam pontos fracos e pontos fortes, dependendo do critério de participação democrática considerada. Em casos práticos parece conveniente adequar o mecanismo de participação às características concretas que apresentem cada situação. Por exemplo, ante problemas fortemente ideologizados, não se recomenda um procedimento de participação que envolva a interação face a face, posto que tende a radicalizar as posturas, enquanto que ante decisões concernentes à localização de recursos tal forma de interação é viável e positiva (Syme e Eaton, 1989).

Deve-se destacar, com Krimsky (1984), a importância de que a participação tenha um caráter ativo. Uma participação reativa identifica esta com percepção pública, ou melhor, com mera opinião pública, entendidas como interferência externa que é necessário incorporar à gestão (com a qual seriam suficientes mecanismos de sondagem ou, quando muito, consultivos). Entender deste modo a participação pública é criar riscos de manipulação e instabilidade, bem como omitir uma contribuição potencialmente valiosa (a do conhecimento popular local e dos atores sociais implicados) na resolução de problemas relacionados com a inovação tecnológica e a intervenção ambiental. Neste sentido, a complexidade dos problemas abordados atualmente pela ciência e pela tecnologia, e a presença de valores e interesses «externos» no conhecimento especializado, fazem da pluralidade de perspectivas e da participação social um bem valioso tanto do ponto de vista político quanto do estritamente prático.

Por último, dois cuidados que é necessário expressar. Em primeiro lugar, as possibilidades de participação comentadas constituem iniciativas que não podem ser copiadas simplesmente dos países onde estão sendo ensaiadas com sucesso. As tradições, os direitos e as práticas nacionais – regionais e locais – introduzem sempre algumas peculiaridades que precisam ser levadas em conta.

Em segundo lugar, tratam-se de iniciativas que, além de medidas administrativas ou legislativas, necessitam também de grandes esforços no âmbito formativo na direção de articular uma opinião pública crítica, informada e responsável. O objetivo é otimizar esses mecanismos de participação, quer dizer, que o público possa manifestar sua opinião, que exerça seu direito ao voto ou, simplesmente, que possa comprar sabendo o que faz em função das opções disponíveis. E nesse objetivo, a educação CTS é uma peça fundamental.

Leituras complementares

ALONSO, A.; AYESTARÁN, I. e URSÚA, N. (eds.) (1996): *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad.* Estella, EVD.

GONZÁLEZ GARCÍA, M.; LÓPEZ CEREZO, J. A. e LUJÁN, J. L. (eds.) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas.* Barcelona, Ariel.

SANMARTÍN, J. e outros (eds.) (1992): *Estudios sobre sociedad y tecnología.* Barcelona, Anthropos.

VV. AA.: «Estudios sobre tecnología, ecología y filosofía», <http://www.campus-oei.org/cts/tef00.htm>.

4.4 Ciência, tecnologia e reflexão ética

Uma reflexão final pode exemplificar a importância de combinar temas e enfoques das diferentes tradições de trabalho nos estudos CTS, assim como a importância que neste referencial representam a análise ética e o compromisso moral. Trata-se de uma provocadora reflexão sobre o atual divórcio ciência-sociedade, elaborada basicamente a partir de Freeman Dyson (1997) e López Cerezo (1998).

Godfrey Hardy, o grande matemático inglês da primeira metade do século XX, escrevia sobre a ciência de sua época no começo da Segunda Guerra Mundial:

> Uma ciência é considerada útil se seu desenvolvimento tende a acentuar as desigualdades existentes na distribuição da riqueza, ou ainda, de um modo mais direto, fomenta a destruição da vida humana (Hardy, 1940, p. 118).

Hardy proferia estas duras palavras em seu livro *Autojustificação de um matemático*, onde aliás se vangloriava de que sua vida havia estado dedicada à criação de uma arte abstrata totalmente inútil, a matemática pura, sem nenhuma aplicação prática. É certo que escreveu essas palavras no meio de uma guerra, uma guerra onde se desenvolviam inovações como o radar ou os computadores eletrônicos. No entanto, se nos detivermos a refletir sobre a ciência e a tecnologia da segunda metade do século XX, suas palavras, como assinala Freeman Dyson (um cientista pioneiro na aplicação da energia nuclear em medicina), têm por desgraça uma maior atualidade do que aquela que provavelmente gostaríamos de conhecer (Dyson, 1997).

A ciência e a tecnologia atuais não costumam atuar precisamente como agentes niveladores, do mesmo modo que outras inovações do passado como o rádio ou os antibióticos, e sim tendem a fazer os ricos cada vez mais ricos e os pobres cada vez mais pobres, acentuando a desigual distribuição da riqueza entre as classes sociais e entre nações. Somente uma pequena parte da humanidade pode se permitir o luxo de um telefone celular ou de um computador conectado à Internet. Isso, quando essa ciência e essa tecnologia não destroem de um modo mais direto a vida humana ou a natureza, como ocorre com tantos exemplos familiares. As tecnologias armamentistas continuam sendo tão rentáveis como nos tempos da Guerra Fria. A ciência e a tecnologia atuais são, sem dúvida, muito eficazes. O problema é se seus objetivos são socialmente valiosos.

O que ocorre com a ciência e a tecnologia atuais? O que aconteceu nos últimos 40 anos? Nesse tempo, assinala Dyson (1997), os maiores esforços em pesquisa básica se concentraram em campos muito esotéricos, completamente distantes dos problemas sociais cotidianos. Ciências como a física de partículas e a astronomia extragaláctica perderam de vista as necessidades sociais e se converteram em atividades esotéricas que só produzem bem-estar social aos próprios cientistas. Trata-se, entretanto, de linhas de investigação que, pela infra-estrutura material ou pelas grandes equipes humanas requeridas, consomem uma grande quantidade de recursos públicos.

Por sua vez, a ciência aplicada e a tecnologia atual estão em geral demasiadamente vinculadas ao benefício imediato, a serviço dos ricos e dos governos poderosos, para dizer de uma forma bem clara. Somente uma pequena porção da humanidade pode usufruir de seus serviços e inovações. Podemos nos perguntar de que modo coisas como aviões supersônicos, cibernética, televisão de alta definição, ou fertilização *in vitro*, vão ajudar a resolver os grandes problemas sociais que a humanidade tem estabelecido: comida fácil de produzir, casas baratas, atendimento médico e educação acessível.

Não se pode esquecer, para completar este sombrio panorama, que campos científico-tecnológicos tão problemáticos como a energia nuclear ou a biotecnologia, denunciados não só por sua aplicação militar mas também por sua

periculosidade social e ambiental, ameaçam não só não resolver os grandes problemas sociais, como também criar mais e novos problemas.

O problema de base, como salienta Freeman Dyson (1997), é que as comissões onde se tomam as decisões de política científica ou tecnológica são constituídas somente por cientistas ou homens de negócios. Alguns apóiam os campos de moda, cada vez mais distantes do que podemos ver, tocar ou comer; outros, como era de se esperar, apóiam a rentabilidade econômica. Em tempo, mobilizam-se os recursos da divulgação tradicional da ciência em jornais, museus e escolas, para difundir uma imagem essencialista e benemérita da ciência, uma ciência que somente funcionará otimamente se se mantiver seu financiamento e autonomia frente à sociedade.

A questão não consiste, portanto, em entrar nos laboratórios e dizer aos cientistas o que eles têm que fazer, e sim em vê-los e assumi-los tal como são, como seres humanos com razões e interesses, para abrir então para a sociedade as salas e laboratórios onde se discutem e decidem os problemas e prioridades de pesquisa e onde se estabelece a localização de recursos. O desafio de nosso tempo é abrir esses locais herméticos, essas comissões à compreensão e à participação pública. Abrir, em suma, a ciência à luz pública e à ética.

Este é o novo contrato social que se reclama em fóruns como o do Congresso de Budapeste, o objeto da renegociação das relações entre ciência e sociedade: ajustar a ciência e a tecnologia aos padrões éticos que já governam outras atividades sociais, isto é, democratizá-las, para estar então em condições de influir em suas prioridades e objetivos, reorientando-os para as autênticas necessidades sociais, ou seja, aquelas necessidades que emanem de um debate público sobre o tema.

Para apreciar adequadamente o papel da ciência no mundo atual, é importante ter-se consciência da importância que possui hoje a transparência pública dos resultados científicos. A ciência contemporânea, particularmente a *Big Science*, é uma atividade que requer um grande volume de recursos financeiros. Os grandes equipamentos da pesquisa científico-tecnológica atual necessitam importantes recursos humanos e materiais, quer dizer, meios econômicos. Os anúncios publicitários da ciência, suas promessas por vezes desmesuradas nos meios de comunicação, são estratégias de mobilização social destinadas a consolidar linhas de pesquisa ou grupos de pesquisadores. A ciência, a esse respeito, não é muito diferente da política ou do futebol: seu êxito na captação de recursos passa com freqüência, hoje, pelos meios de comunicação. Porém isso não é tudo. Em um mundo de competição internacional e de livre mercado, onde a inovação tecno-científica tem um valor econômico decisivo, a vitrine da ciência pode revalorizar ações de companhias multinacionais ou inclusive estimular setores produtivos completos. Contudo, fazer da ciência uma vantagem empresarial competitiva e um elemento de mobilização social não é desvirtuar a ciência, ainda que a distancie do ideal de empresa benemérita desinteressada do século XIX. São produzidas armas e elaboradas vacinas que, por sua vez, dão lugar a prestígio e benefícios. Sem dúvida, essa tendência atual de inchar artificialmente as notícias relacionadas com a ciência e a tecnologia pode gerar uma certa desconfiança e receio junto à opinião pública. Quando se anuncia com grande estardalhaço a descoberta da fusão a frio, com a conseqüente chuva de milhões para os protagonistas e instituições nas quais trabalham, para desmoronar pouco depois entre acusações de fraude e auto-engano; quando o presidente dos EUA (W. Clinton) anuncia a descoberta de vida extraterrestre em um meteorito supostamente de origem marciana, em um momento delicado para o financiamento da NASA, reduzindo a importância pouco depois entre provas circunstanciais e evidência indireta; quando a cada dia aparece um novo gene responsável por quase qualquer coisa, consolidando um grupo de trabalho ou as ações de uma companhia farmacêutica, e se arma uma pequena agitação pública da qual pouco mais tarde não se volta a ter notícia; quando sucedem estas coisas o público inteligente começa a alterar o juízo e pode chegar a ver a ciência com desconfiança.

Para isso necessitamos fomentar também uma revisão epistemológica da natureza da ciência e da tecnologia: abrir a caixa-preta da ciência ao conhecimento público, desmitificando sua tradicional imagem essencialista e filantrópica, e questionando também o chamado «mito da máquina» (nas palavras de Lewis Mumford), quer dizer, a interessada crença de que a tecnologia é inevitável e benfeitora em última instância. Pois, como coloca Dyson (1997, p. 48), fazendo eco de Haldane e Einstein, o progresso ético (e também epistemológico, devemos acrescentar) é, em última instância, a única solução para os problemas causados pelo progresso científico e tecnológico.

A conferência de Budapeste pode ser considerada um êxito, pois, embora sem compromissos concretos de caráter legal ou econômico, conseguiu produzir um consenso mundial sobre o texto da Declaração e sobre o perfil que deveria adotar este novo contrato social para a ciência; um consenso onde as questões éticas e a participação pública adquirem um lugar proeminente. Os estudos CTS podem constituir uma valiosa ferramenta para este fim e para manter na agenda dos governos a temática de Budapeste.

O conteúdo dos documentos aprovados e dos temas tratados em Budapeste é de uma extraordinária importância no mundo contemporâneo: problemas e desafios como o da responsabilidade social dos cientistas e tecnólogos, o papel do Estado no financiamento da ciência, a reorientação das prioridades de pesquisa para as necessidades reais da população, as profundas assimetrias nos sistemas de P&D (pesquisa e desenvolvimento) de diversas nações e regiões, a integração das mulheres e de grupos sociais desfavorecidos no sistema de pesquisa, a atitude ante outras formas de conhecimento não assimiladas pela ciência ocidental, as mudanças na educação científica e os modelos de comunicação da ciência, etc. Estes foram alguns dos temas tratados em Budapeste que se incorporaram aos documentos aprovados no Congresso.

Leituras complementares

GONZÁLEZ ÁVILA, M.: «La evaluación en las instituciones democráticas sobre la ciencia y la ética de sus procedimientos», <http://www.campus-oei.org/cts/mgonzalez2.htm>.

ACEVEDO PINEDA, E.: «La formación humana integral: Una aproximación entre las humanidades y la ciencia», <http://www.campus-oei.org/cts/elsa1.htm>.

MARTÍNEZ ÁLVAREZ, F.: «Hacia una visión social integral de la ciencia y la tecnología», <http://www.campus-oei.org/cts/vision.htm>.

A educação em CTS

A democracia pressupõe que os cidadãos, e não só seus representantes políticos, tenham a capacidade de entender alternativas e, com tal base, expressar opiniões e, em cada caso, tomar decisões bem fundamentadas. Nesse sentido, o objetivo de educação em CTS no âmbito educativo e de formação pública é a alfabetização para propiciar a formação de amplos seguimentos sociais de acordo com a nova imagem da ciência e da tecnologia que emerge ao ter em conta seu contexto social.

Os enfoques em CTS também pretendem que a alfabetização contribua para motivar os estudantes na busca de informação relevante e importante sobre as ciências e as tecnologias da vida moderna, com a perspectiva de que possam analisá-la e avaliá-la, refletir sobre essa informação, definir os valores implicados nela e tomar decisões a respeito, reconhecendo que sua própria decisão final está inerentemente baseada em valores (Cutcliffe, 1990).

As unidades curriculares CTS – ora integradas em programas já estabelecidos em ciência, tecnologia e engenharia, ciências sociais, ora em cursos de artes e línguas, ora estruturadas como cursos independentes – contemplam, geralmente, cinco fases: *1)* formação de atitudes de responsabilidade pessoal em relação com o ambiente natural e com a qualidade de vida; *2)* tomada de consciência em pesquisas de temas CTS específicos, enfocados tanto no conteúdo científico-tecnológico como nos efeitos das distintas opções tecnológicas sobre o bem-estar dos indivíduos e o bem comum; *3)* tomada de decisões com relação a estas opções, levando em consideração fatores científicos, técnicos, éticos, econômicos e políticos; *4)* ação individual e social responsável, orientada a levar para a prática o processo de estudos e tomadas de decisão, geralmente em colaboração com grupos comunitários (por exemplo, «oficinas de ciência», grupos ecologistas, etc.); *5)* generalização a considerações mais amplas de teoria e princípio, incluindo a natureza «sistêmica» da tecnologia e seus impactos sociais e ambientais, a formulação de políticas nas democracias tecnológicas modernas, e os princípios éticos que possam guiar o estilo de vida e as decisões políticas sobre o desenvolvimento tecnológico. Por outro lado, podemos chamar essas fases progressivas de «Ciclo de Responsabilidade» (Waks, 1990).

Desde meados do século XX, a tendência no ensino das ciências esteve centrada nos conteúdos, com um forte enfoque reducionista, técnico e universal (Novak, 1998). Sabe-se que o conhecimento científico é esquecido rapidamente por quem aprendeu na escola, o que permite questionar as formas de instrução tradicional que se levam a cabo nos centros acadêmicos. E, o que é mais grave, a educação científica não confere competência para os planos profissional e pessoal. Em outras palavras, o enciclopedismo característico das escolas não forma para tomar decisões essenciais com espírito crítico (Giordan e outros, 1994).

As práticas dos docentes de ciências recaem, na maioria das vezes, em um conjunto de elementos que reforçam a aprendizagem memorística, cheia de dados, acrítica e descontextualizada (Shiefelbein, 1995). Pouco propiciam para a compreensão sobre a forma como se produz o conhecimento científico e o que significam variados assuntos relacionados com a dinâmica da ciência, seus processos de mudança e de ruptura, como também os impactos que surgem dos usos dos conhecimentos científicos e tecnológicos nos diferentes âmbitos da vida contemporânea.

É neste contexto que se percebe a necessidade de um processo de educação científica, entendida como alfabetização científica e tecnológica. Com ela pretende-se que cada cidadão possa participar no processo democrático de tomar decisões sobre aspectos de desenvolvimento da ciência e da tecnologia, para promover uma ação cidadã encaminhada para a resolução de problemas relacionados com esse desenvolvimento nas sociedades contemporâneas (Waks, 1990).

CTS no nível universitário

Um elemento chave dessa mudança da imagem da ciência e da tecnologia propiciado pelos estudos CTS consiste na renovação educativa, tanto em conteúdos curriculares como em metodologias e técnicas didáticas. Neste sentido têm-se desenvolvido os programas educativos CTS, implantados no ensino superior de numerosas universidades desde finais dos anos 60 (Solomon, 1992; Yager, 1993; VV. AA. 1998).

Nesse âmbito do ensino superior, pretende-se que os programas CTS sejam oferecidos como especialização de pós-graduação (cursos, mestrado)[7] ou como complemento curricular para estudantes de diversas procedências[8]:

- Trata-se, por um lado, de proporcionar uma formação humanística básica a estudantes de engenharia e ciências naturais. O objetivo é desenvolver nos estudantes uma sensibilidade crítica acerca dos impactos sociais e ambientais derivados das novas tecnologias ou a implantação das já conhecidas, transmitindo por sua vez uma imagem mais realista da natureza social da ciência e da tecnologia, assim como no papel político dos especialistas na sociedade contemporânea.
- Por outro lado, trata-se de oferecer um conhecimento básico e contextualizado sobre ciência e tecnologia aos estudantes de humanidades e ciências sociais. O objetivo é proporcionar a estes estudantes, futuros juízes e advogados, economistas e educadores, uma opinião crítica e informada sobre as políticas tecnológicas que os afetarão como profissionais e como cidadãos. Logo, essa educação deve capacitá-los para participar frutiferamente em qualquer controvérsia pública ou em qualquer discussão institucional sobre tais políticas.

Em sua célebre Conferência Rede de 1959, C. P. Snow falava de uma cisão da vida intelectual e prática do ocidente em dois grupos polarmente opostos, separados por um abismo de incompreensão mútua. Refer-se-ia às culturas humanística e científico-tecnológica. O propósito principal da educação CTS é tratar de fechar essa brecha entre duas culturas, posto que tal brecha constitui um terreno fértil para o desenvolvimento de perigosas atitudes tecnófobas, e ainda mais a de dificultar a participação cidadã na transformação tecnológica das nossas formas de vida e de ordenamento institucional (Snow, 1964).

Leituras complementares

ARANA ERCILLA, M. e BATISTA NURIS, T.: «La educación en valores: una propuesta para la formación profesional», <http://www.campus-oei.org/cts/ispaje.htm>.

[7] Alguns cursos proliferam pelo Brasil. Pode-se citar como exemplo o mais recentemente implantado na UFSC com o nome de Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica. (ver página do NEPET <http://www.nepet.ufsc.br>)

[8] Os núcleos de estudos com enfoques nesta direção podem ser boas soluções. O NEPET, por exemplo, tem por finalidade, além de difundir o assunto em diversos fóruns do Brasil, formar pessoal para começar a atuar nessa área.

LÓPEZ CEREZO, J. A. e VALENTI, P.: «Educación tecnológica en el siglo XXI», <http://www.campus-oei.org/ctsi/edutec.htm>.

CTS na educação secundária

Todos os níveis educativos são apropriados para levar a cabo as mudanças em conteúdos e metodologias. Também no ensino secundário a educação CTS está tendo uma grande penetração em muitos países, com a elaboração de um grande número de programas docentes e um respeitável número de materiais desde os finais da década de 1970. Para tanto contribuiu o impulso proporcionado pela pesquisa acadêmica vinculada à universidade, bem como por organismos intergovernamentais como a UNESCO ou a Organização de Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI).

Em particular, no ensino secundário, duas associações de professores tiveram uma importância destacada no impulso de CTS neste nível educativo: a National Science Teachers Association (Associação Nacional de Professores Norte-americana) e a Association for Science Education (Associação para o Ensino da Ciência Britânica). No caso particular da Espanha foi decisiva a criação, em numerosas comunidades autônomas, da matéria «Ciência, Tecnologia e Sociedade» como disciplina optativa na fase final da escola secundária, assim como o eixo transversal para as matérias de ciências desde princípios da década de 1990.

> Uma das experiências mais notáveis de educação em ciência, a partir de CTS, é a levada a cabo no Science Education Center da Universidade de Iowa para o secundário. Entre os resultados obtidos conclui-se que a orientação CTS na educação em ciências melhora a criatividade e a compreensão dos conceitos científicos e contribui para desenvolver no estudante uma atitude positiva para a ciência e para a aprendizagem da ciência (Yager, 1993; Penick, 1992). Obviamente, esse processo requer contar com um programa de formação para os docentes, capaz de proporcionar as bases teóricas e a aplicação prática do enfoque CTS.

Os diferentes programas CTS existentes na educação secundária podem ser classificados em três grupos (Waks, 1990; Kortland, 1992; Sanmartín e Luján López, 1992): introdução de CTS nos conteúdos das disciplinas de ciências (enxerto CTS); a ciência vista através de CTS; e, por último, CTS puro.

- *Enxerto CTS.* Trata-se de introduzir nas disciplinas de ciências dos currículos temas CTS, especialmente relacionados com aspectos

que levem os estudantes a serem mais conscientes das implicações da ciência e da tecnologia. Exemplos dessa linha de trabalho são o projeto SATIS e o Harvard Project Physics, nos Estados Unidos. O projeto SATIS consiste em pequenas unidades CTS, elaboradas por docentes, que desde 1984 publicou mais de cem destas unidades, cuja utilidade principal é complementar os cursos de ciências. Alguns títulos são: o uso da radioatividade, os bebês de proveta, a reciclagem do alumínio, a chuva ácida e a AIDS.

- *Ciência e tecnologia através de CTS.* Ensina-se mediante a estruturação dos conteúdos das disciplinas de cunho científico e tecnológico, a partir de CTS ou com orientação CTS. Essa estruturação pode ser levada a cabo tanto por disciplinas isoladas como através de cursos multidisciplinares, inclusive por linhas de projetos pedagógicos interdisciplinares. Um exemplo do primeiro caso é o programa holandês conhecido como PLON (Projeto de Desenvolvimento Curricular em Física). Trata-se de um conjunto de unidades onde em cada uma delas tomam-se problemas básicos relacionados com os futuros papéis dos estudantes (como consumidor, como cidadão, como profissional); a partir daí seleciona-se e estrutura-se o conhecimento científico e tecnológico necessário para que o estudante esteja capacitado para entender um artefato, tomar uma decisão ou entender um ponto de vista sobre um problema social relacionado de algum modo com a ciência e com a tecnologia.

  Algumas das virtudes dos cursos de ciências através de CTS são as seguintes (Waks, 1990): *1)* os alunos com problemas nas disciplinas de ciências aprendem conceitos científicos e tecnológicos úteis a partir desse tipo de curso; *2)* a aprendizagem é mais fácil devido ao fato de que o conteúdo está situado num contexto de questões familiares e está relacionado com experiências extra-escolares dos alunos, e *3)* o trabalho acadêmico está relacionado diretamente com o futuro papel dos estudantes como cidadãos.

- *CTS puro.* Significa ensinar CTS onde o conteúdo científico passa a ter um papel subordinado. Em alguns casos o conteúdo científico é incluído para enriquecer a explicação dos conteúdos CTS em sentido estrito, em outros as referências aos temas científicos ou tecnológicos são apenas mencionadas, porém não são explicadas. O programa mais representativo de CTS puro é SISCON na escola. Trata-se de uma adaptação para a educação secundária do programa universitário britânico SISCON (ciência no contexto social). Na educação secundária SISCON é um projeto que usa a história da ciência e da sociologia da ciência e também da tecnologia para mostrar como foram abordadas no passado questões sociais vinculadas à ciência e à tecnologia, ou como se chegou a uma certa situação problemática no presente.

  CTS puro pode cumprir certas funções. Se não se conta no currículo com outros elementos CTS, tal versão pode ser útil para tentar remediar esta situação na medida do possível. Porém, sobretudo pode ser de grande ajuda nos cursos e disciplinas de humanidades e ciências sociais que, em geral, não têm intenção de ocupar-se das questões sociais, políticas ou morais relacionadas com a ciência e a tecnologia (González García, López Cerezo e Luján, 1996).

A educação CTS, além de compreender os aspectos organizativos e de conteúdo curricular, deve alcançar também os aspectos próprios da didática. Para começar, é importante entender que o objetivo geral do professor é a promoção de uma atitude criativa, crítica e ilustrada, na perspectiva de construir coletivamente a aula e em geral os espaços de aprendizagem. Em tal «construção coletiva» trata-se, mais que manejar informações, de articular conhecimentos, argumentos e contra-argumentos, baseados em problemas compartilhados, nesse caso relacionados com as implicações do desenvolvimento científico-tecnológico.

Sob esse conceito de construção coletiva, a resolução dos problemas compreende o consenso e a negociação, assim como ter em conta permanentemente o conflito, onde o docente tem um papel de apoio para proporcionar materiais conceituais e empíricos aos alunos para a construção de pontes argumentativas. Essa atitude do docente não é, pois, a do tradicional depositário da verdade; mais que isso, tenta refletir pedagogicamente os próprios processos científico-tecnológicos reais com a presença de valores e incertezas, ainda que assumindo sempre a responsabilidade de conduzir o processo de ensino-aprendizagem desde a sua própria experiência e conhecimento.

> De acordo com Leonard Waks, para introduzir mudanças estruturais no sistema educativo com a finalidade de realizar uma educação tipo CTS são requeridos: «*a)* uma transferência da autoridade do professor e dos textos para os estudantes, individual e coletivamente; *b)* uma mudança na focalização das atividades de aprendizagem do estudante individual para um grupo de aprendizagem; *c)* uma mudança no papel dos professores como distribuidores de informações autorizadas, de uma autoridade posicional a uma autoridade experiencial na situação da aprendizagem» (Waks, 1993, pp. 16-17).

Leituras complementares

VV. AA.: «Monográfico: ciencia, tecnología y sociedad ante la educación», em *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, <http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie18.htm>.

VILCHES, A. e FURIÓ, C.: «Ciencia, tecnología y sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI», <http://www.campus-oei.org/cts/ctseducacion.htm>.

Conclusão

Como podemos ver, em todos os enfoques na tradição européia existe uma diversidade de aproximações que, embora coincidindo em ressaltar os aspectos sociais da ciência e da tecnologia, apresenta algumas diferenças no que diz respeito ao seu distanciamento da visão mais tradicional da ciência e da tecnologia. Em geral, e com exceção de alguns radicalismos, muitos autores atuais dos estudos CTS aceitam a convergência de uma diversidade de fatores, epistêmicos e não-epistêmicos, nos processos de gênese e consolidação de afirmações de conhecimentos científicos e artefatos tecnológicos. Ainda que também seja necessário salientar que em nenhum caso se trata de desqualificar a ciência ou a tecnologia, mas de desmitificá-las no sentido de modificar uma imagem distorcida de ciência-tecnologia que vem causando mais inconvenientes do que vantagens. Em particular, o propósito da sociologia do conhecimento científico dos anos 1970 não era realizar uma crítica radical da ciência, e sim o de fazer uma ciência da ciência, quer dizer, fazer do conhecimento científico também um objeto de estudos das ciências sociais (Fuller, 1995).

A tradição americana de estudos CTS, por sua vez, centrada nas conseqüências sociais e ambientais relacionadas com o desenvolvimento científico-tecnológico, procurou definir e promover novas regras de jogo em torno da regulação social da ciência e da tecnologia, a partir da participação de diversos atores sociais (afetados, interessados, governo, especialistas, organizações não-governamentais, entre outros) em condições éticas, de igualdade, representação e efetividade em todo o processo.

Finalmente, viu-se como os estudos CTS conseguiram permear os processos educativos, tanto no ensino superior como no secundário, e crescentemente nas esferas de divulgação científica. A diversidade de estratégias, tanto como as experiências didáticas ensaiadas, fazem do tema um campo promissor

para a sua promoção nos sistemas educativos da Ibero-América, aproximando a ciência à sociedade e vice-versa.

Bibliografia

ACEVEDO PINEDA, E.: «La formación humana integral: una aproximación entre las humanidades y la ciencia», <http://www.campus-oei.org/cts/elsa1.htm>.

ALONSO, A.; AYESTARÁN, I. e URSÚA, N. (eds.) (1996): *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad.* Estella, EVD.

ARANA ERCILLA, M. e BATISTA NURIS, T.: «La educación en valores: una propuesta para la formación profesional», <http://www.campus-oei.org/cts/ispaje. htm>.

BARNES, B. (1985): *Sobre ciencia.* Barcelona, Labor, 1987.

— (1974): *Scientific knowledge and sociological theory.* Londres, Routledge.

BARNES, B.; BLOOR, D. e HENRY, J. (1996): *Scientific knowledge: a sociological analysis.* Londres, Athlone.

BIJKER, W. (1995): *Of bicycles, bakelites and bulbs: toward a theory of socio-technical change.* Cambridge (Mass.), MIT Press.

BIJKER, W. E.; HUGHES, T. P. e PINCH, T. (eds.) (1987): *The social construction of technological systems.* Cambridge (Mass.), MIT Press.

BLOOR, D. (1976/1992): *Conocimiento e imaginario social.* Barcelona, Gedisa, 1998.

BOXSEL, J. VAN (1994): «Constructive technology assessment: A new approach for technology assessment developed in the Netherlands and its significance for technology policy», em AICHHOLZER, G. y SCHIENSTOCK, G. (eds.): *Technology policy: towards an integration of social and ecological concerns.* Berlim, de Gruyter.

BRAUN, E. (1984): *Tecnología rebelde.* Madri, Tecnos/Fundesco, 1986.

BUNGE, M. (1993): *Sociología de la ciencia.* Buenos Aires, Ed. Siglo Veinte.

BURNS, T. R. e UEBERHORST, R. (1988): *Creative democracy: systematic conflict resolution and policymaking in a world of high science and technology.* Nova Iorque, Praeger.

BUSH, V. (1945/1980): *Science, the endless frontier.* Washington, National Science Foundation.

CARROLL, L. (1887/1972): *El juego de la lógica.* Ed. de Deaño, A. Madri, Alianza.

CARSON, R. (1962): *La primavera silenciosa.* Barcelona, Grijalbo, 1980.

COLLINS, H. M. (1985/1992): *Changing order: replication and induction in scientific practice.* Chicago, University of Chicago Press.

COLLINS, H. e PINCH, T. (1993): *El gólem: lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia.* Barcelona, Crítica, 1996.

CUTCLIFFE, S.: «CTS: un campo interdisciplinar», em MEDINA, M. e SANMARTÍN, J. (1990): *Ciencia, tecnología y sociedad, Estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública.* Barcelona, Anthropos, pp. 20-41.

DYSON, F. (1997): «Can science be ethical?», em *The New York Review of Books,* XLIV/6, pp. 46-49.

ECHEVERRÍA, J. (1995): *Filosofía de la ciencia.* Madri, Akal.

FERRIS, T. (1997): «Some like it hot», em *The New York Review of Books,* XLIV/14, pp. 16-20.

FEYERABEND, P. (1975): *Tratado contra el método.* Madri, Tecnos, 1981.

FIORINO, D. J. (1990): «Citizen participation and environmental risk: a survey of institutional mechanisms», em *Science, Technology and Human Values,* 15/2, pp. 226-243.

FLORMAN, S. (1876/1994): *The existential pleasures of engineering,* 2.ª ed. Nova Iorque, St. Martin's Griffin.

FULLER, S. (1999): *The governance of science.* Bukingham, Open University Press.

— (1995): «On the motives for the new sociology of science», em *History of the Human Sciences,* 8/2, pp. 117-124.

GARCÍA PALACIOS, E. M. (1999): «Consideraciones teóricas y análisis crítico de la gestión pública de la ciencia y la tecnología», em VELARDE, J. e outros: *Studia Philosophica.* Oviedo, Universidade de Oviedo.

GIORDAN, André e outros (1994): *L'alphabétisation scientifique et technique.* XVI Journées Internationales sur la Communication, L'Éducation et la Culture Scientifiques et Industrielles. Paris, Université Paris VII.

GONZÁLEZ ÁVILA, M.: «La evaluación en las instituciones democráticas sobre la ciencia y la ética de sus procedimientos», <http://www.campus-oei.org/cts/mgonzalez2.htm>.

GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A. e LUJÁN, J. L. (eds.) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas.* Barcelona, Ariel.

— (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología.* Madri, Tecnos.

HARDY, G. H. (1940): *Autojustificación de un matemático.* Barcelona, Ariel, 1981.

ILLICH, I. (1973): *La convivencialidad.* Barcelona, Barral, 1974.

IRANZO, J. M. e outros (ed.) (1995): *Sociología de la ciencia y la tecnología.* Madri, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

JASANOFF, S. e outros (eds.) (1995): *Handbook of science and technology studies.* Londres, Sage.

JUNKER, K. e FULLER, S. (1998): *Science and the public: beyond the science wars.* Buckingham, Open University Press.

KORTLAND, J. (1992): «STS in secondary education: trends and issues». Conferência do Congresso *Science and Technology Studies in Research and Education.* Barcelona.

KRIMSKY, S. (1984): «Beyond technocracy: new routes for citizen involvement in social risk assessment», em PETERSEN, J. C. (ed.) (1984): *Citizen participation in sciencie policy.* Amherst, University of Massachusetts Press.

KUHN, T. S. (1962/1970): *La estructura de las revoluciones científicas,* 2.ª ed. México, Fondo de Cultura Económica (FCE), 1971.

LAIRD, F. N. (1993): «Participatory analysis, democracy, and technological decision making», em *Science, Technology, and Human Values,* 18/3, pp. 341-361.

LATOUR, B. (1987): *Ciencia en acción.* Barcelona, Labor, 1992.

LATOUR, B. e WOOLGAR, S. (1979/1986): *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos.* Madri, Alianza Universidad, 1995.

LÓPEZ CEREZO, J. A. (1998): «Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos», em *Revista Iberoamericana de Educación,* 18, pp. 41-68.

LÓPEZ CEREZO, J. A. e VALENTI, P.: «Educación tecnológica en el siglo XXI», <http://www.campus-oei.org/ctsi/edutec.htm>.

MARTÍNEZ ÁLVAREZ, F.: «Hacia una visión social integral de la ciencia y la tecnología», <http://www.campus-oei.org/cts/vision.htm>.

MEDINA, M. e SANMARTÍN, J. (eds.) (1990): *Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública.* Barcelona, Anthropos.

MÉNDEZ SANZ, J. A. e LÓPEZ CEREZO, J. A. (1996): «Participación pública en política científica y tecnológica», em ALONSO e outros (eds.) (1996): *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad.* Estella, EVD.

MITCHAM, C. (1997): «Justifying public participation in technical decision making», em *Technology and Society Magazine,* pp. 40-46.

MUMFORD, L. (1967-70): *El mito de la máquina.* Buenos Aires, Emecé, 1969.

NELKIN, D. (1984): «Science and technology policy and the democratic process», em PETERSEN, J. C. (ed.) (1984): *Citizen participation in science policy.* Amherst, University of Massachusetts Press.

NOVAK, J. D.: «Constructivismo humano: un consenso emergente», em *Enseñanza de las Ciencias,* 6(3), 1988, pp. 213-223.

NÚÑEZ JOVER, J. e LÓPEZ CEREZO, J. A.: «Ciencia, tecnología y sociedad en Cuba», <http://campus-oei.org/cts/cuba.htm>.

PACEY, A. (1983): *La cultura de la tecnología.* México, Fondo de Cultura Economica (FCE), 1990.

PENICK, J. E. (1992): «STS. Instruction enhances student creativity», em YAGER (1992a): *The status of science-technology-society. Reforms around the world.* International Council of Associations for Science Education/Yearbook.

PETERSEN, J. C. (ed.) (1984): *Citizen participation in science policy.* Amherst, University of Massachusetts Press.

PINCH, T. e BIJKER, W. E. (1984): «The social construction of facts and artefacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other», em *Social Studies of Science,* 14, pp. 399-441.

RODRÍGUEZ ALCÁZAR, F. J. e outros (eds.) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad: contribuciones para una cultura de la paz.* Granada, Universidad de Granada.

SALOMON, J. J. e outros (eds.) (1994): *Una búsqueda incierta: ciencia, tecnología y desarrollo.* México, FCE/Ed. Universidad de las Naciones Unidas, 1996.

SÁNCHEZ RON, J. M. (1992): *El poder de la ciencia.* Madri, Alianza.

SANMARTÍN, J. e outros (eds.) (1992): *Estudios sobre sociedad y tecnología.* Barcelona, Anthropos.

SANMARTÍN, J. e ORTÍ, A. (1922): «Evaluación de tecnologías», em SANMARTÍN, J. e outros, (eds.) (1992): *Estudios sobre sociedad y tecnología.* Barcelona, Anthropos.

SANMARTÍN, J. e LUJÁN LÓPEZ, J. L. (1992): «Educación en ciencia, tecnología y sociedad», em SANMARTÍN, J. e outros (eds.) (1992): *Estudios sobre sociedad y tecnología.* Barcelona, Anthropos.

SANZ MENÉNDEZ, L. (1997): *Estado, ciencia y tecnología en España: 1939-1997.* Madri, Alianza.

SAREWITZ, D. (1996): *Frontiers of illusion: science, technology and the politics of progress.* Filadelfia, Temple University Press.

SCHIEFELBEIN, E.: *Programa de acción para la reforma educativa en América Latina y el Caribe.* (Trabalho preparado para a Conferência Anual do Banco Mundial para o Desenvolvimento na América Latina e no Caribe. Rio de Janeiro, 12 e 13 de junho de 1995). UNESCO-OREALC, 1995.

SHRADER-FRECHETTE, K. (1985): «Technology assessment, expert disagreement, and democratic procedures», em *Research in Philosophy and Technology,* vol. 8. Nova Iorque, JAI Press.

SNOW, C. P. (1964): *Las dos culturas y un segundo enfoque.* Madri, Alianza, 1977.

SOLOMON, J. (1993): *Teaching science, technology and society.* Bukingham, Open University Press.

SYME, G. J. e EATON, E. (1989): «Public involvement as a negotiation process», em *Journal of Social Issues,* 45/1, pp. 87-107.

TODT, O. e LUJÁN, J. L. (1997): «Labelling of novel foods, and public debate», em *Science and Public Policy,* 24/5, pp. 319-326.

VILCHES, A. e FURIÓ, C.: «Ciencia, tecnología y sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI», <http://www.campus-oei.org/cts/ctseducacion.htm>.

VV. AA. (1998): «Ciencia, tecnología y sociedad ante la educación», em *Revista Iberoamericana de Educación,* 18, 1998.

— (1993): «Ethics and values in science-technology-society education: converging themes in a basic research project», em *Bulletin of Science, Technology and Society,* 13/6, pp. 1-21.

— : «Estudios sobre tecnología, ecología y filosofía», <http://www.campus-oei.org/cts/tef00.htm>.

— : «Ciencia, tecnología y sociedad ante la educación», em *Revista Iberoamericana de Educación,* 18, <http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie18.htm>.

WAKS, L (1993): «Ethics and values in science-technology-society education: converging themes in a basic research project», em *Bulletin of Science, Technology and Society,* 13/6, pp. 1-21.

— (1990): «Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales», em MEDINA, M. e SANMARTÍN, J. (1990): *Ciencia, tecnología y sociedad, Estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública.* Barcelona, Anthropos, pp. 42-75.

WINNER, L. (1986): *La ballena y el reactor.* Barcelona, Gedisa, 1987.

WOOLGAR, S. (1988): *Ciencia: abriendo la caja negra.* Barcelona, Anthropos, 1991.

WYNNE, B. (1989): «Frameworks of rationality in risk management: towards the testing of naïve sociology», em BROWN, J. (ed.): *Environmental threats. Analysis, perception, management.* Belhaven, Random.

YAGER, R. E. (ed.) (1992a): *The status of science-technology-society. Reforms around the world.* International Council of Associations for Science Education/Yearbook.

— (1993): «The advantages of STS approaches in science instruction in grades four through nine», em *Bulletin of Science, Technology and Society,* 13, pp. 74-82.

ZIMAN, J. (1984): *Introducción al estudio de las ciencias.* Barcelona, Ariel, 1986.

Glossário

Aprendizagem. Processo em que organizações, empresas ou indivíduos adquirem conhecimentos e habilidades técnicas. Algumas modalidades de aprendizagem são: «aprender fazendo» (*learning-by-doing*); aprendizagem pela experiência, pelo fazer; «aprender usando» (*learning-by-using*), aprendizagem pelo uso de uma tecnologia; «aprender pela troca» (*learning-by-changing*), aprendizagem pela introdução de trocas técnicas pequenas ou incrementais.

Articulação democrática do social. Ver «Participação cidadã».

Avaliação de tecnologias e impacto ambiental. A avaliação de tecnologias é entendida como um conjunto de métodos para analisar os diversos impactos da aplicação de tecnologias, identificando os grupos sociais afetados e estudando os efeitos de possíveis tecnologias alternativas. Seu objetivo último consiste em tratar de reduzir os efeitos negativos de determinadas tecnologias, otimizando seus efeitos positivos e contribuindo para sua aceitação pública. A avaliação de impacto ambiental é um caso específico de avaliação de tecnologias, aplicada a projetos específicos de intervenção ambiental [9].

Concepção clássica da ciência. Ver «Positivismo Lógico».

Confirmabilidade. Segundo Carnap, «só podemos confirmar mais ou menos uma oração. Portanto tratamos mais do problema da confirmação que do problema da verificação». Para descartar a possível arbitrariedade que significa introduzir a dimensão «subjetiva» na confirmação, Carnap propõe falar de graus de confirmabilidade: A é confirmado por B; A é apoiada por B; B proporciona uma prova positiva

[9] No Brasil, o RIMA (Relatório de Impacto Ambiental) constitui uma importante forma de avaliação de tecnologias.

de A. Também se podem dar valores numéricos aos graus de confirmação nestes exemplos.

Construtivismo social. Dentro dos estudos CTS se incluem no construtivismo social os enfoques inspirados no Programa Forte da sociologia do conhecimento científico, onde em geral sustenta-se que os resultados da ciência (por exemplo uma classificação taxonômica) ou os produtos da tecnologia (por exemplo a eficiência de um artefato) foram socialmente construídos; quer dizer, que tais resultados ou produtos são o ponto de chegada de processos contingentes (não inevitáveis) nos quais a interação social tem um peso decisivo. Há diversos tipos de construtivismo social, conforme se fale, por exemplo, de um ou outro tipo de objeto construído (fatos, propriedades, categorias...) e se aceite ou não a convergência de fatores epistêmicos.

Contracultura (ou movimento contracultural). Amplo movimento social contrário ao *establishment* ou cultura oficial. Desenvolveu-se fundamentalmente nos anos 60 e 70 do século XX em nações industrializadas ocidentais, culminando com o movimento estudantil francês de maio de 68 e as revoltas nos Estados Unidos contra a Guerra do Vietnã no final dos anos 60. Tradicionalmente, a tecnologia e o Estado tecnocrático foram também alvo de seus protestos.

Contrastação, implicações contrastadoras. Ação e efeito geral de confrontar uma hipótese ou teoria frente ao testemunho da experiência. É contrastada com a experiência; esta última não deve estar sobrecarregada de teorias. Segundo Popper (1934), o conteúdo empírico de uma teoria aumenta com seu grau de falseabilidade, e com este aumento se eleva a si mesmo o grau de contrastabilidade. Conforme Carnap (1936), a contrastação é levar a cabo certos experimentos que conduzem a uma confirmação em certo grau ou a sua negação.

Empirismo Lógico. Ver «Positivismo Lógico».

Entornos. A noção de entorno em sociologia aparece associada à de sistema. Entorno é um conjunto de elementos cujas trocas afetam o sistema e, por sua vez, são afetados por ele. Javier Echeverría fez um uso inovador deste conceito ao introduzir a idéia de terceiro entorno, E3, para designar o que outros autores denominaram «sociedade da informação», «ciberespaço», etc. O próprio Echeverría referiu-se também a esta nova sociedade como telepolis.

Epistêmico, fator ou elemento. Na atividade científica, a tomada de decisões com respeito à aceitabilidade de hipóteses ou à escolha entre hipóteses alternativas requer o concurso de elementos de juízo. Estes elementos podem ser de caráter epistêmico ou não-epistêmico. Os elementos epistêmicos clássicos são a consideração da evidência empírica e o raciocínio dedutivo. No segundo tipo (não-epistêmico), costuma-se incluir todos os elementos que, de caráter cognitivo ou não, são atribuíveis à situação social, profissional, psicológica, etc. dos cientistas (por exemplo, interesses econômicos, pressões políticas, convicções religiosas, lealdade profissional, disponibilidade instrumental, etc.). Genericamente, estes elementos são eventualmente chamados de «fatores sociais» ou fatores dependentes do «contexto social».

Escola de Edimburgo. Grupo de pesquisa vinculado desde princípios dos anos 70 do século XX à Unidade de Estudos da Ciência da Universidade de Edimburgo (Inglaterra), e formado principalmente por Barry Barnes (sociólogo), David Bloor (filósofo da ciência) e Steven Shapin (historiador). Este grupo constitui a origem da pesquisa acadêmica nos estudos CTS, objetivo que realizam estabelecendo um «Programa Forte» para a constituição de uma sociologia do conhecimento científico. Um dos principais objetivos da Unidade foi, em suas origens, contribuir para fechar a brecha entre as conhecidas duas culturas de C. P. Snow: a humanística e a tecnocientífica.

Estudos CTS. Campo de trabalho de caráter crítico e interdisciplinar, onde se estuda a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto no que diz respeito aos seus antecedentes sociais como no que corresponde a suas conseqüências sociais e ambientais. Uma diversidade de orientações acadêmicas, como a sociologia do conhecimento científico ou a história da tecnologia, e de âmbitos de reflexão e de propostas de mudança institucional, como a ética engenheril ou os estudos de avaliação de tecnologias, convergem neste heterogêneo campo de trabalho.

Estudos da reflexividade. Alguns autores na pesquisa acadêmica CTS, como Steve Woolgar ou Malcolm Ashmore, desenvolveram uma linha de trabalho vinculada ao quarto princípio do «Programa Forte», a reflexividade [10]. Segundo este princípio, a sociologia do conhecimento científico deve poder oferecer uma explicação sociológica de seus

[10] Aurélio: Numa relação entre elementos de um conjunto, propriedade que é verdadeira quando relaciona um elemento com ele mesmo. A relação de igualdade é reflexiva.

próprios resultados. Neste sentido, autores como os anteriores desenvolvem uma antropologia reflexiva da representação sociológica da mudança científica (e tecnológica). Esta linha de trabalho foi acusada, mesmo no interior dos estudos CTS, de excessivamente relativista e «desconstrutiva».

Estudos sociais da ciência e da tecnologia. Ver «Estudos CTS».

Guerras da ciência. Disputa entre dois grupos acadêmicos, correspondentes às duas culturas de C.P. Snow acerca da natureza do conhecimento científico e, em geral, às relações ciência-sociedade. Por um lado encontramos os sociólogos do conhecimento científico e outros autores CTS, assim como teóricos dos estudos culturais e do feminismo, defendendo o caráter social da ciência e a democratização das políticas públicas em ciência e tecnologia; e, por outro, os cientistas (basicamente físicos) e filósofos racionalistas defendendo a imagem clássica, essencialista e benfeitora do conhecimento científico e da autonomia política da ciência. Alguns momentos-chave desse enfrentamento foram o veto, pelo Congresso dos Estados Unidos, da construção de um superacelerador no Texas, em 1993, com a «caça às bruxas» que seguiu ao episódio; e a publicação em 1996 de um artigo de Alan Sokal, um físico novaiorquino, na revista *Social Text* (uma revista de estudos culturais da ciência), em que ele conseguiu enganar os editores e publicar uma absurda relativização da teoria quântica.

História das ciências. É um relato ou discurso sobre um objeto que muda, que se modifica, como é o caso da ciência. A concepção que se tenha sobre a ciência e sua dinâmica influi na história da ciência. Se, por exemplo, assimilamos a história das ciências como história das idéias, o objeto preferencial de estudo será o das teorias científicas, que se submete a uma análise filosófica e lógica. A evolução das ciências consiste, a partir desta perspectiva, na elaboração de teorias mais ou menos aperfeiçoadas, quer dizer, capazes de unificar um número crescente de fenômenos e de dar conta deles. Esta evolução é presidida por uma lógica interna, na qual não entram as circunstâncias exteriores. A ciência é concebida como uma encarnação da razão, ou seja, como um conjunto de regras que são válidas para todos os sujeitos pensantes, e o entorno social, nesta perspectiva, tem somente um interesse secundário. A partir dos trabalhos de Merton, John Bernal e sobretudo de Kuhn, o conceito de ciência se modifica, pois as condições sociais adquirem relevância dentro da produção do conhecimento científico. Neste sentido, a história das ciências adquire um novo estatuto, e seu interesse vai girar em torno não somente das idéias científicas, como também das instituições, das

academias e, em geral, dos interesses dos sociólogos. Por último, com a renovação dos estudos sociais da ciência, a história das ciências adquire interesse por outros objetos tradicionalmente não privilegiados na análise histórica, tais como as práticas, o saber-fazer dos cientistas, as formas de fechamento dos debates e os fatores não epistêmicos que intervêm na construção da ciência. É esta construção, como processo histórico, o que se constrói como relato da nova história das ciências.

Inovação. Introdução de uma técnica, produto ou processo no âmbito produtivo, seguido freqüentemente de um processo de difusão. Duas características da inovação são a novidade e o benefício gerado. Existem três tipos: inovação de produto; inovação de processo (método de produção); inovação organizativa. As inovações podem ser incrementais, quando são menores, contínuas e acumulativas; ou maiores ou radicais, que resultam em novas tecnologias que dão origem a novos produtos, processos ou serviços.

Meninos-lobo. Denominação com que se conhece, junto com a de «meninos selvagens» ou «meninos-fera», os meninos e meninas que viveram sem contato com nenhum grupo social. É imprecisa ou excessiva, posto que em muitos casos as crianças não foram criadas por lobos, ou por nenhum outro animal, mas simplesmente estiveram isolados de outros seres humanos.

Modelo linear de desenvolvimento. Concepção clássica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, segundo a qual o progresso social depende do crescimento econômico, este do desenvolvimento tecnológico e aquele, por sua vez, do desenvolvimento sem interferências políticas ou sociais do conhecimento científico. Sua formulação mais conhecida se deve a V. Bush, 1945, no relatório *Science: the endless frontier (Ciência: a fronteira inalcançável)*, que é a base do modelo clássico de políticas científico-tecnológicas.

Movimentos sociais. Um dos elementos explicativos do devenir social utilizados pela teoria sociológica. A partir dos anos 60 do século XX produziu-se uma expansão de movimentos sociais que pôs em questão alguns dos tópicos do desenvolvimento tecnocientífico. Na década de 70, pela ocorrência de algumas catástrofes tecnocientíficas (*Seveso, Three Mile Island*...), o papel desses movimentos foi potencializado e, em alguns casos, institucionalizado. O envolvimento público na resolução de controvérsias tecnocientíficas é um dos objetivos do movimento CTS, especialmente em sua orientação mais prática.

Mudança tecnológica. Um avanço na tecnologia, um incremento no conhecimento técnico ou na própria tecnologia. Implica mudança dentro das relações técnicas de produção, um processo estreitamente relacionado com a pesquisa tecnológica. É um fenômeno complexo e seletivo, que procede por trajetórias interrompidas por importantes descontinuidades associadas pelo surgimento de novos paradigmas tecnológicos.

Participação cidadã. Na maioria das sociedades atuais – se podemos falar de sociedades como algo distinto da sociedade global ou mundializada – existem formas de governo democráticas. Desconsiderando as valorações sobre o funcionamento das democracias atuais, há que se assinalar que um dos âmbitos onde os cidadãos de uma democracia teriam – e têm – mais dificuldades para participar é o das controvérsias tecnocientíficas. O movimento CTS propõe uma participação mais ativa dos cidadãos nessas questões, uma articulação democrática que permita essa participação mediante novos mecanismos que vão além das soluções políticas tradicionais.

Pesquisa tecnológica. Chamada tradicionalmente «pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental». É uma atividade orientada à geração de novo conhecimento tecnológico, que pode ser aplicado diretamente à produção e distribuição de bens e serviços; pode conduzir a uma inovação.

Político, envolvimento. Na sociedade atual tende-se a produzir uma crescente perda de interesse e um distanciamento da política por parte dos cidadãos. Este fenômeno, propiciado em grande medida pelos mecanismos de despolitização que utilizam as estruturas tradicionais de poder, aliou-se com a visão cientificista para contribuir no distanciamento que comentamos. Os estudos CTS estabelecem em certo modo uma recuperação da política e uma extensão da participação cidadã até as esferas de decisão tradicionalmente mais distanciadas do público: o das questões tecnocientíficas.

Positivismo Lógico. Concepção herdada da natureza da ciência e desenvolvida na Europa de entreguerras dos anos vinte e trinta do século XX por autores como R. Carnap, O. Neurath, H. Reichenbach ou C. Hempel. Mantém sua hegemonia filosófica até os anos 60 e 70. Os positivistas lógicos, em geral, entendiam a ciência como «saber metódico», ou seja, como um modo de conhecimento caracterizado por certa estrutura lógica (desvelável através da análise filosófica) e por responder a certo método, um método que combinava a avaliação empírica das hipóteses e o raciocínio dedutivo (fatores epistêmicos). Nesta concepção nega-se tradicionalmente a relevância explicativa dos fatores não-epistêmicos para o avanço em ciência.

Princípio de responsabilidade. Uma das reflexões éticas mais conhecidas acerca das conseqüências sociais do desenvolvimento tecnocientífico é a de Hans Jonas. Este autor propõe o que chama «princípio de responsabilidade», que é na realidade todo um programa de construção de uma nova moral que leve em conta as conseqüências que os desenvolvimentos científicos e tecnológicos podem ter para a humanidade – atual, mas principalmente futura – e sobre nosso planeta. Jonas sustenta que a ética anterior podia falar de responsabilidade, porém em um sentido mais estreito que o proposto por ele, dado que antes do presente não se podia nem imaginar o que é possível fazer hoje graças aos desenvolvimentos tecnocientíficos.

Programa Empírico do Relativismo. Desenvolvimento do «Programa Forte», devido fundamentalmente a Harry Collins no final dos anos 70 e princípios dos anos 80, onde se propõe um programa (o EPOR – Programa Empírico do Relativismo) para o estudo empírico das controvérsias científicas. A chave do EPOR consiste em detectar a flexibilidade interpretativa dos resultados científicos, mostrada pela existência de controvérsias, para depois estudar empiricamente os mecanismos sociais que produzem o fechamento das mesmas.

Programa Forte. Programa estabelecido por quatro princípios (causalidade, imparcialidade, simetria e reflexividade) para o desenvolvimento de uma sociologia do conhecimento científico, isto é, para uma explicação científica da mudança na ciência. Propõe, em geral, explicar a dinâmica da ciência sem pressuposições acerca da correção ou incorreção das distintas teorias ou hipóteses em disputa, do mesmo modo que um antropólogo trata de explicar os sistemas de crenças das tribos primitivas. Deve-se ao trabalho da Escola de Edimburgo no início da década de 70, tendo sido todavia anunciado por David Bloor em sua obra *Conhecimento e imaginário social*.

Programas de pesquisa. Esta teoria, proposta por Lakatos como modelo de avaliação de tradições teóricas nas ciências, parte de um exame crítico de várias tendências na filosofia da ciência, tanto de diversas versões do indutivismo como do falseabilismo popperiano. Um programa de pesquisa consiste em uma série de teorias estreitamente relacionadas como evolução temporal de um «marco teórico», uma série ligada por regras metodológicas, algumas das quais indicam que caminhos devem ser seguidos (heurística positiva) e outras que caminhos têm

que ser evitados (heurística negativa). A história das ciências mostra os modos como se estabeleceram, progrediram e regeneraram os programas de pesquisa. Lakatos examinou em detalhe as distintas esferas que constituem os programas de pesquisa, o caráter flexível da heurística positiva, o papel das anomalias e do progresso «em um oceano de anomalias», assim como as diferentes interpretações que se podem dar às confirmações, refutações, ataques ou desafios.

Progresso. Um conceito fundamental para entender a percepção que se tem da ciência na atualidade. É uma noção relativamente recente, em essência procedente da Europa dos séculos XVII e XVIII, que se converteu no século XIX, especialmente com o Positivismo, em uma crença constitutiva de nossa visão da história. É um termo que vem imediatamente à mente quando se trata de caracterizar a essência da tecnociência. No que se refere ao progresso científico, os estudos CTS colocaram em dúvida a aplicabilidade do conceito ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia, mostrando, desde Kuhn, a complexidade dos fatores em jogo e a impossibilidade de sustentar uma visão linear da história e acumulativa simplista da ciência e da tecnologia.

Rede de atores, teoria da. Diversos autores, na pesquisa acadêmica CTS, especialmente Bruno Latour e Michel Callon, desenvolveram uma linha de trabalho baseada no terceiro princípio do «Programa Forte», a simetria. Para estes autores, uma explicação realmente simétrica de teorias científicas ou de artefatos tecnológicos requer outorgar a mesma categoria explicativa a atores humanos (o social) e a atores não humanos (o natural ou o material). Segundo este enfoque, utilizar o social para dar conta do natural ou do material, como faz a sociologia do conhecimento científico, é assumir uma posição tão insatisfatória cientificamente quanto a inversa da assumida pela filosofia da ciência tradicional. Para estes autores franceses todos os atores, humanos e não humanos, interagem e evoluem juntos, formando os nós da rede que constitui a «tecnociência».

Síndrome de Frankenstein. Refere-se ao temor de que o mesmo desenvolvimento científico-tecnológico que é utilizado para controlar a natureza se volte contra nós, destruindo essa natureza ou inclusive o próprio ser humano.

Sistema P&D. Sistema de pesquisa e desenvolvimento, que inclui a pesquisa básica e o desenvolvimento de aplicações a partir dela. Hoje em dia, ante a estreita vinculação da ciência e da tecnologia e a crescente circulação destas com os sistemas produtivos, tende-se a falar em «sistemas de inovação» ao invés de P&D. Excluem-se atividades científico-tecnológicas relacionadas com a formação e o assessoramento.

Sistema social. A teoria geral de sistemas foi aplicada na sociologia, embora com precauções, devido a diferenças entre as estruturas sociais e os modelos cibernéticos. Mesmo que um dos primeiros intentos para aplicar esta teoria na sociedade tenha sido o de Walter Buckley, na atualidade os desenvolvimentos mais interessantes são os que Niklas Luhmann levou a cabo. Na teoria deste autor, a sociedade não é composta de seres humanos, mas sim de comunicações. Os seres humanos são o entorno da sociedade, não componentes da mesma. Esta sociedade, composta de comunicações, diferencia-se internamente segundo seu grau de desenvolvimento em diferentes subsistemas sociais. Cada subsistema é autopoiético [11], isto é, pode criar sua própria estrutura e os elementos de que se compõe, e é também auto-referente: é um sistema fechado em si mesmo mas, segundo Luhmann, não isolado do entorno. Os sistemas – subsistemas – sociais mais relevantes são o direito, a economia, a política, a religião, a educação e a ciência.

Sociedade da informação. É uma das caracterizações utilizadas para referir-se à sociedade atual. Afirma-se que, frente ao que acontecia nas sociedades tradicionais, hoje os fluxos mais importantes que definem o poder não são de energia nem de matérias-primas, mas sim de informação. É um fato que na atualidade o acesso à informação é bem mais fácil que em outros tempos. O problema agora é o manejo dessa grande quantidade de informação, a disponibilidade de informação pertinente e de qualidade e a discriminação entre distintas e às vezes contraditórias informações.

Sociedade mundializada. A sociedade atual pode ser considerada como uma sociedade «mundializada», ou também «globalizada». O termo «globalização» converteu-se em um tópico dos meios de comunicação de massas. Marshall McLuhan pôs em circulação o termo «aldeia global», em 1962, para referir-se à nova sociedade que estava nascendo. McLuhan, que se converteu ao catolicismo com vinte e cinco anos de idade, sustentava em uma entrevista com o religioso Pierre Babin que «tudo está no evangelho: há que se sintonizar a boa freqüência». As conotações religiosas da sociedade global voltam a fazer-se presentes se tivermos em conta que o teólogo Pierre Teilhard de Chardin já falava em 1938 de «planetização» ou «humanidade concebida como massa», e de Noosfera como novo envolvente espiritual da humanidade. Hoje a

[11] Ver autopoiese em Maturana e Varella.

globalização é um fenômeno fundamentalmente empresarial ou comercial, mediado pelas novas tecnologias de transporte e da comunicação.

Sociologia do conhecimento científico. Baseada no «Programa Forte», a Escola de Edimburgo desenvolve, em princípios dos anos 70, uma sociologia do conhecimento científico como uma extensão da sociologia clássica do conhecimento de autores como E. Durkheim ou K. Mannheim, inspirando-se em uma interpretação radical da obra de T. Kuhn e outros autores, como Wittgenstein. Em substituição à explicação clássica em filosofia da ciência (por exemplo o empirismo lógico), a sociologia do conhecimento científico apela a fatores sociais para dar conta do «avanço científico», quer dizer, dos processos de gênese e aceitação de idéias em ciência. Portanto pode ser vista também como uma sociologia «internalista» da ciência.

Sociologia funcionalista da ciência. Tradição clássica no estudo sociológico da ciência, voltada para o estudo das forças que atuam para manter a estabilidade do sistema científico. É uma tradição externalista, no sentido de que se limita a explicar as condições institucionais requeridas para que tenha lugar o avanço do conhecimento. Robert K. Merton, um sociólogo norte-americano, desempenhou o papel mais importante na sua origem e desenvolvimento.

Tecnociência. Hoje se fala de tecnociência ou complexo científico-tecnológico para designar o que é muito difícil de distinguir nas atividades reais de P&D, tanto em seus procedimentos como em seus resultados. É um termo muito difundido nos estudos CTS, de onde se origina, sendo usado já amplamente em muitos outros âmbitos.

Teoria de sistemas. A chamada «teoria geral de sistemas» se desenvolveu sobretudo a partir de Ludwig von Bertalanffy e sua «biologia orgânica», que estuda os sistemas biológicos. Esta teoria baseia-se principalmente na noção de «todo» e nas idéias de totalidade, estrutura de funções e finalidade. Desenvolveu-se especialmente através do impulso que foi proporcionado pela cibernética de Norbert Wiener. No estudo da sociedade utilizou amplamente a noção de sistema social. Niklas Luhmann é um dos autores mais conhecidos na difusão da teoria dos sistemas sociais autopoiéticos.

Verificabilidade de enunciados. Verificar uma coisa é comprovar se ela é verdadeira. O que se comprova, no entanto, não é uma coisa, e sim algo que se disse dela, isto é, um enunciado. A verificação é a ação e o efeito de comprovar se algum enunciado é verdadeiro ou falso.

Bibliografia em português

ADORNO, Theodor W. (1995): *Educação e emancipação*. São Paulo, Paz e Terra.

ALVES, Rubem (2000): *Filosofia da ciência: introdução ao jogo e às suas regras*. São Paulo, Loyola.

— (1999): *Entre a ciência e a sapiência: o dilema da educação*. São Paulo, Loyola.

ANDERSON, Perry (1992): *O fim da história: de Hegel a Fukuyama*. Rio de Janeiro, Zahar.

ARAÚJO, Hermetes R. (org.) (1998): *Tecnociência e cultura: ensaios sobre o tempo presente*. São Paulo, Ed. Estação Liberdade.

BACHELARD, Gaston (1996): *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro, Contraponto.

BAUMAN, Zygmunt (2000): *Em busca da política*. Rio de Janeiro, Zahar.

— (1999): *Globalização: as conseqüências humanas*. Rio de Janeiro, Zahar.

BAZZO, Walter A. (1998): *Ciência, tecnologia e sociedade, e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis, Ed. UFSC.

BAZZO, Walter A.; PEREIRA, Luiz T. V. e LINSINGEN, Irlan von (2000): *Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia*. Florianópolis, Ed. UFSC.

BECK, Ulrich (1999): *O que é globalização? Equívocos do globalismo: respostas à globalização*. São Paulo, Paz e Terra.

BECKER, Fernando (1993): *Epistemologia do professor*, 3.ª ed. Petrópolis, Vozes.

BENJAMIN, César e outros (1998): *A opção brasileira*. Rio de Janeiro, Contraponto.

BERNAL, J. D. (s/d): Ciência na história, vol. 3. Lisboa, Livros Horizonte.

BIANCHETTI, Lucídio (2001): *Da chave de fenda ao laptop. Tecnologia digital e novas qualificações: desafios à educação*. Petrópolis/Florianópolis, Vozes/Ed. UFSC.

BOHM, David e PEAT, F. David (1989): *Ciência, ordem e criatividade*. Lisboa, Gradiva.

BOURG, Dominique (1998): *Natureza e técnica: ensaio sobre a ideia de progresso*. Lisboa, Instituto Piaget.

Brüseke, Franz J. (2001): *A técnica e os riscos da modernidade.* Florianópolis, Ed. UFSC.

Bunge, Mario (1987): *Epistemologia: curso de atualização*, 2.ª ed. São Paulo, T.A. Queiroz.

— (1980): *Ciência e desenvolvimento.* São Paulo, Ed. USP.

Buarque, Cristovam (2001): *Admirável mundo atual.* São Paulo, Geração Editorial.

— (2000): *A revolução nas prioridades: da modernidade técnica à modernidade ética.* São Paulo, Paz e Terra.

Castells, Manuel (1999): *A sociedade em rede* (A era da informação: economia, sociedade e cultura, vol. 1). São Paulo, Paz e Terra.

Chalmers, Alan F. (1993): *O que é ciência afinal?* São Paulo, Brasiliense.

Chassot, Attico (1994): *A ciência através dos tempos.* São Paulo, Ed. Moderna.

D'Ambrosio, Ubiratan (1997): *A era da consciência: aula inaugural do primeiro curso de pós-graduação em ciências e valores humanos no Brasil.* São Paulo, Ed. Fund. Peirópolis.

Dagnino, Renato (org.) (2000): *Amilcar Herrera: um intelectual latino-americano.* Campinas, UNICAMP/IG/DDCT.

Demo, Pedro (1999): *A politicidade da educação e/ou aprendizagem reconstrutiva política*, <http://www.nepet.ufsc.br/Artigos/Artigo19.htm>.

— (1997): *Conhecimento moderno: sobre ética e intervenção do conhecimento.* Petrópolis, Vozes.

Feyerabend, Paul (1989): *Contra o método.* Rio de Janeiro, Francisco Alves.

Foucault, Michel (1993): *Vigiar e punir: nascimento da prisão.* Petrópolis, Vozes.

Fourez, Gérard (1995): *A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências.* São Paulo, Ed. UNESP.

Freire, Paulo (1998): *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*, 7.ª ed. São Paulo, Paz e Terra.

— (1996): *Pedagogia do oprimido.* São Paulo, Paz e Terra (Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1975).

Freire-Maia, Newton (1992): *A ciência por dentro.* Petrópolis, Vozes.

Furtado, Celso (1998): *O capitalismo global.* São Paulo, Paz e Terra.

Gama, Ruy (org.) (1993): *Ciência e técnica: antologia de textos históricos.* São Paulo, T.A. Queiroz.

Giddens, Anthony (1991): *As conseqüências da modernidade.* São Paulo, Ed. UNESP.

Giroux, Henry (1986): *Teoria crítica e resistência em educação.* Petrópolis, Vozes.

Greene, Brian (2001): *O universo elegante: supercordas, dimensões ocultas e a busca da teoria definitiva.* São Paulo, Companhia das Letras.

Grispun, Mírian P. S. Z. (org.) (1999): *Educação tecnológica: desafios e perspectivas.* São Paulo, Cortez.

Heidegger, Martin (1997): «A questão da técnica», em *Cadernos de Tradução*, 2. São Paulo, Depto. de Filosofia, USP.

Hardt, Michael e Negri, Antonio (2001): *Império.* Rio de Janeiro, Record.

Hazen, Robert M. e Trefil, James (1995): *Saber ciência. Do big bang à engenharia genética, as bases para entender o mundo atual e o que virá depois.* São Paulo, Cultura Editores Associados.

Holton, Gerald (1979): *A imaginação científica.* Rio de Janeiro, Zahar.

Horgan, John (1998): *O fim da ciência: uma discussão sobre os limites do conhecimento científico.* São Paulo, Companhia das Letras.

Jantsch, Ari P. e Bianchetti, Lucídio (orgs.) (1995): *Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito.* Petrópolis, Vozes.

Japiassú, Hilton (1993): *Introdução ao pensamento epistemológico.* Rio de Janeiro, Francisco Alves.

— (1976): *Para ler Bachelard.* Rio de Janeiro, Francisco Alves.

Kawamura, Lili (1990): *Novas tecnologias e educação.* São Paulo, Ática.

— (1986): *Tecnologia e política na sociedade: engenheiros, reivindicação e poder.* São Paulo, Brasiliense.

Kneller, George F. (1980): *A ciência como atividade humana.* Rio de Janeiro/São Paulo, Zahar/Ed. USP.

Kuhn, Thomas S. (1990): *A estrutura das revoluções científicas.* São Paulo, Perspectiva.

Latour, Bruno (2000): *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora.* São Paulo, Ed. UNESP.

Lecourt, Dominique (1983): *Gaston Bachelard: epistemologia-trechos escolhidos*, 2.ª ed. Rio de Janeiro, Zahar.

Linsingen, Irlan von; Pereira, Luiz T. V.; Cabral, Carla G. e Bazzo, Walter A. (orgs.) (1999): *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da educação tecnológica.* Florianópolis, Ed. UFSC.

Loose, J. (1979): *Introdução histórica à filosofia da ciência.* Belo Horizonte, Itatiaia.

Marcovitch, Jacques (2002): *La universidad (im)posible.* Madri, Cambridge University Press/OEI.

Maturana, Humberto e García, Francisco V. (1997): *A árvore do conhecimento.* Porto Alegre, Artes Médicas.

— (1997): *De máquinas e seres vivos: autopoiese – a organização do vivo.* Porto Alegre, Artes Médicas.

Maturana, Humberto e Rezepka, Sima N. (2000): *Formação humana e capacitação.* Petrópolis, Vozes.

Mayor, Federico e Forti, Augusto (1998): *Ciência e poder.* Campinas, Papirus.

Moles, Abraham (1995): *As ciências do impreciso.* Rio de Janeiro, Civilização Brasileira.

Morin, Edgar (2000): *Os sete saberes necessários à educação do futuro.* São Paulo, Cortez.

— (1999): *Ciência com consciência.* Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.

MOTOYAMA, Shozo (org.) (1994): *Tecnologia e industrialização no Brasil: uma perspectiva histórica.* São Paulo, Ed. UNESP.

PEREIRA, Luiz T. V. e BAZZO, Walter A. (1997): *Ensino de engenharia, na busca do seu aprimoramento.* Florianópolis, Ed. UFSC.

PETITAT, André (1994): *Produção da escola/produção da sociedade: análise sócio-histórica de alguns momentos decisivos da evolução escolar no ocidente.* Porto Alegre, Artes Médicas.

PIETROCOLA, Mauricio (org.) (2001): *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora.* Florianópolis, Ed. UFSC.

PORTOCARRERO, Vera (org.) (1994): *Filosofia, história e sociologia das ciências I: abordagens contemporâneas.* Rio de Janeiro, Fiocruz.

POSTMAN, Neil (1994): *Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia.* São Paulo, Nobel.

RONAN, Colin A. (1987): *História ilustrada da ciência* vol. I, II, III, IV. Rio de Janeiro, Jorge Zahar.

ROSSI, Paolo (2000): *Naufrágios sem espectador: a idéia de progresso.* São Paulo, Ed. UNESP.

— (1992): *A ciência e a filosofia dos modernos: aspectos da revolução científica.* São Paulo, Ed. UNESP.

SANTOS, Boaventura de S. (1999): *Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade,* 5.ª ed. São Paulo, Cortez.

— (1999): *Um discurso sobre as ciências.* Porto, Afrontamento.

— (1989): *Introdução a uma ciência pós-moderna.* Rio de Janeiro, Graal.

SANTOS, L. W.; ICHIKAWA, E. Y.; SENDIN, P. V. e CARGANO, D. F. (orgs.) (2002): *Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação.* Londrina, IAPAR.

SANTOS, Milton (2001): *Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal.* Rio de Janeiro, Record.

— (1998): *Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico-científico informacional.* São Paulo, Ed. Hucitec.

SCHAFF, Adam (1995): *História e verdade.* São Paulo, Martins Fontes.

SCHEPS, Ruth (org.) (1996): *O império das técnicas.* Campinas, Papirus.

SCHNITMAN, Dora F. (org.) (1996): *Novos paradigmas, cultura e subjetividade.* Porto Alegre, Artes Médicas.

SCHWARTZMAN, Simon (1997): *A redescoberta da cultura.* São Paulo, Ed. USP.

SNOW, C. P. (1995): *As duas culturas e uma segunda leitura.* São Paulo, Ed. USP.

THUILLIER, Pierre (1994): *De Arquimedes a Einstein: a face oculta da invenção científica.* Rio de Janeiro, Zahar.

USHER, Abbott P. (1993): *Uma história das invenções mecânicas.* Campinas, Papirus.

VARGAS, Milton (1994): *Para uma filosofia da tecnologia.* São Paulo, Alfa Omega.

— (org.) (1994): *História da técnica e da tecnologia no Brasil.* São Paulo, Ed. UNESP.

Outras publicações da OEI

Revista Ibero-americana de Educação
(quadrimestral)

Cadernos de Ibero-América

OEI (2001): *Observatorios de educación y de trabajo: casos, problemas y propuestas.*

PÉREZ SEDEÑO, E. (ed.) (2001): *Las mujeres en el sistema de ciencia y tecnología. Estudios de casos.*

MARTINELL, A. (2001): *Diseño y elaboración de proyectos de cooperación cultural.*

ABELLO TRUJILLO, I.; ZUBIRÍA SAMPER, S. de, y TABARES, M. (2001): *Conceptos básicos de administración y gestión cultural,* 2.ª ed.

W. AA. (2001): *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual.*

Série Novas tecnologias na educação

MONTES MENDOZA, R. I. (coord. y comp.) (2001): *Globalización y nuevas tecnologías: nuevos retos y ¿nuevas reflexiones?*

— (2001): *¿Una pedagogía distinta? Cambios paradigmáticos en el proceso educativo.*

Cadernos de educação comparada

PEREYRA Z., L. E.; FERRER, F., y PÉREZ, S. (1998): *Planificación, financiación y evaluación de los sistemas educativos iberoamericanos,* vol. 1.

DÍAZ FLÓREZ, O. C.; ROJAS PRIETO, S. L., y VASCO MONTOYA, E. (2000): *La educación especial en Iberoamérica,* vol. 2.

GARCÍA GARRIDO, J. L.; VALLE, J. M., y OSSENBACH SAUTER, G. (2001): *Génesis, estructuras y tendencias de los sistemas educativos iberoamericanos,* vol. 3.

PUELLES BENÍTEZ, M. de; BRASLAVSKY, C.; GVIRTZ, S., y MARTÍNEZ BOOM, A. (2001): *Política y educación en Iberoamérica,* vol. 4.

RODRÍGUEZ FUENZALIDA, E.; DÍAZ BARRIGA, Á., e INCLÁN ESPINOSA, C. (2001): *La formación de profesores para el sistema escolar en Iberoamérica,* vol. 5.

LLORENT BEDMAR, V.; GARCÍA CRESPO, C., y AGUILAR, L. E. (2001): *La educación obligatoria en Iberoamérica,* vol. 6.

EGIDO GÁLVEZ, I.; ÁLVAREZ GALLEGO, A., y FIGUEIREDO, I. (2001): *Organización y gestión de los centros educativos en Iberoamérica,* vol. 7.

BRIASCO, I., y VALDÉS CIFUENTES, T. (2001): *La formación profesional en Iberoamérica,* vol. 8.

Temas de Ibero-América

LÓPEZ CEREZO, J. A.; LUJÁN, J. L., y GARCÍA PALACIOS, E. M. (eds.) (2001): *Filosofía de la tecnología.*

JABONERO, M., y otros (2001): *La renovación de la educación de adultos. El PAEBA de El Salvador, un modelo de cooperación.*

W. AA. (2001): *Tres espacios lingüísticos ante los desafíos de la mundialización.* Actas del Coloquio Internacional.

Papéis Ibero-americanos

MARTÍN GORDILLO, M. (2001): *AIDS-2001: la vacuna contra el SIDA.* Simulación educativa de un caso CTS sobre la salud.

W. AA. (2001): *Educación y trabajo para grupos desfavorecidos: recomendaciones para la acción.*

W. AA. (2001): *Cooperación Cultural Euroamericana:* I Campus Euroamericano de Cooperación Cultural.

Outros títulos

W. AA. (2001): *Elaboración y selección de materiales para la enseñanza y aprendizaje de la Historia de Iberoamérica.*

ACEVEDO, J. (2000): *La Historia de Iberoamérica desde los niños,* vol. 1.

ACEVEDO, J. (2001): *La Historia de Iberoamérica desde los niños,* vol. 2.

ACEVEDO, J. (2002): *La Historia de Iberoamérica desde los niños,* vol. 3.

OEI (2002): *Sistemas Nacionales de Cultura. Informe Cuba* (CD-ROM).

OEI (2002): *Sistemas Nacionales de Cultura. Informe México* (CD-ROM).

OEI (2002): *Sistemas Nacionales de Cultura. Informe Perú* (CD-ROM).

Organização
dos Estados
Ibero-americanos

Para a Educação,
a Ciência
e a Cultura

Secretaria Geral
Bravo Murillo, 38
28015 Madrid. España
Tel.: (34) 91 594 43 82
Fax: (34) 91 594 32 86
oeimad@oei.es
http://www.oei.es/

Escritório Regional em Bogotá
Carrera 6ª, n.º 67-18
Bogotá. Colombia
Tel.: (571) 346 93 00
Fax: (571) 347 07 03
oeico@oei.org.co
http://www.oei.org.co/

Escritório Regional em Brasília
oeibr@oeibr.org

Escritório Regional em Buenos Aires
Paraguay, 1510
C1061ABD Buenos Aires. Argentina
Tels.: (5411) 48 13 00 33/34
Fax: (5411) 48 11 96 42
oeiba@oei.org.ar
http://www.oei.es/oeiba/

Escritório Regional em Lima
Casa de Osambela
Jr. Conde de Superunda, 298
Lima, 1. Perú
Tel.: (511) 427 54 80
Fax: (511) 428 80 95
oeiperu@amauta.rcp.net.pe
http://www.oei.es/pe/

Escritório Regional no México, D.F.
Francisco Petrarca, 321, 11.º piso
Colonia Chapultepec Morales
11570 México, D.F. México
Tel.: (5255) 52 03 88 50
Fax: (5255) 52 03 56 92
oei@oeimx.org
http://www.oei.es/oeimx/

Escritório Regional em San Salvador
Pje. Itsmania, 315
Col. Escalón, entre 79 y 77 Av. Norte
San Salvador. El Salvador
Tel.: (503) 264 03 22/08 71/09 75
Fax: (503) 263 34 07
oeielsal@oei.org.sv
http:/www.oei.es/oeielsal/

Escritório Técnico em Assunção
Juan E. O'Leary, 102,
c/ El Paraguayo Independiente
Casa Ballario, Manzana de la Rivera
Asunción. Paraguay
Tels.: (59521) 45 09 03/04/05
Fax: (59521) 45 09 03/04/05
oei_ py@rieder.net.py

Escritório Técnico em Manágua
Centro Cívico,
Módulo "S", planta alta
Apdo. Postal 127
Managua. Nicaragua
Telefax: (505) 265 14 08
oei@ibw.com.ni

Escritório Técnico em Santiago de Chile
Román Díaz, 731
Providencia, Santiago. Chile
Tel.: (562) 264 39 95
Fax: (562) 264 90 35
oeichile@campus-oei.org

Escritório Técnico em Tegucigalpa
Colonia Mirador del Loarque
Instalaciones del INICE
Comayagüela. Honduras
Tel.: (504) 226 86 74
Fax: (504) 226 86 75
oeiteg@sigmanet.hn